Astr. U.
68.h

Astr.-Un
68h Grünewald

ad 6254.

Beilage zu dem Berichte
N° 6708 vom 8ten
März 1838.

# Kurze und leichtfaßliche mathematische Erdbeschreibung und Himmelskunde

zunächst für
Schulseminaristen und Schuldienstpräparanden

von

R

**Chr. Grünewald**
drittem Lehrer am Königl. Schullehrerseminar
zu Kaiserslautern.

Kaiserslautern, bei J. J. Tascher.
1838.

Gedruckt bei Ludwig Vatter.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

# Vorwort.

Hebel sagt in seiner allgemeinen Betrachtung über das Weltgebäude: „Der Himmel ist ein großes Buch über die Allmacht, Weisheit und Güte Gottes, und in ihm stehen viele bewährte Mittel gegen den Aberglauben und gegen die Sünde.“ Aber sogleich fügt er auch hinzu: „es ist in einer fremden Sprache geschrieben.“ Soll daher dieses Buch für uns nicht verschlossen bleiben, sollen wir Lehren der Weisheit aus ihm uns sammeln, so müssen wir seine Sprache verstehen lernen, damit wir in ihm lesen können. Dazu bedürfen wir der Unterweisung. Dieselbe wird uns zu Theil durch den Unterricht in der mathematischen Erdbeschreibung und in der Himmelskunde.

Indeß wird die Art und Weise dieses Unterrichtes sich verschieden gestalten, je nach dem Standpunkte derer, die unterrichtet werden sollen. Entweder wird dieser Unterricht sich an die unmittelbaren Wahrnehmungen des Schülers anschließen, und an dieselben die Ergebnisse der Wissenschaft, als erwiesen, anreihen, oder die Form des Unterrichtes wird eine wissenschaftliche, in welcher die einzelnen Sätze und Wahrheiten stets mathematisch begründet und bewiesen werden müssen.

In dem vorliegenden Schriftchen ist der erste der beiden angedeutenden Wege gewählt. Es enthält Belehrungen über Gegenstände aus der mathemati-

schen Erdbeschreibung und Himmelskunde, zunächst bestimmt für Jünglinge, welche dereinst Lehrer der Jugend werden wollen. Diesen sollte durch einfache und leichtfaßliche Darstellung dieser Belehrungen das Verständniß des großen Buches, welches Hebel so treffend bezeichnet hat, eröffnet werden, damit sie dereinst im Stande wären, auch die ihnen anvertraute Jugend darin zu unterrichten, und dieselbe zu erheben von dem Staube zum Unendlichen.

Daß demnach die Anordnung des Stoffes keine wissenschaftliche sein konnte, und daß mathematische Beweise und Berechnungen, welche die Kenntniß der höheren Mathematik voraussetzen, so viel als möglich ausgeschloßen blieben, bringt der Standpunkt derer mit sich, für welche diese Bogen geschrieben sind. Vielmehr würden hier die Erfahrungen, wie sie der Schüler selbst zu machen im Stande ist, und die Ergebnisse der Wissenschaft auf eine einfache, leicht verständliche Weise an einander gereiht. Denn das Schriftchen soll eben nichts weiter sein, als ein Leitfaden bei dem Unterrichte in der mathematischen Erdbeschreibung und in der Himmelskunde bei Schulseminaristen und Schuldienstpräparanden. Und wenn es in dieser Weise etwas Gutes wirkt, und hie und da einen Zögling dahin führt, daß er aus der Fülle seines Herzens mit dem Psalmisten ausruft: „Groß sind die Werke des Herrn! wer ihrer achtet, hat eitel Lust daran“: so hat seine Absicht erreicht

der Verfasser.

## I. Kapitel.

# Die Erde als Weltkörper.

### §. 1.

### Die einfachsten astronomischen Wahrnehmungen.

1. Auf dem freien Felde, oder auf einer Anhöhe erscheint uns der Himmel als ein Gewölbe oder als eine hohle Halbkugel. Dieselbe ist über unserm Haupte am höchsten, senkt sich aber von da allmählig, bis sie in einiger Entfernung von uns in einem Kreise die Erde berührt. Wir nennen diesen Kreis den Gesichtskreis (Horizont). Alles, was innerhalb dieses Kreises ist, ist uns sichtbar; was aber über denselben hinaus liegt, sehen wir nicht. Sowie wir unsern Standpunkt ändern, so ändert sich auch unser Horizont; immer aber befinden wir uns in der Mitte desselben.

Die Erde dagegen erscheint als eine Scheibe, welche von dem Horizonte begrenzt wird. Auf derselben sehen wir Berge und Thäler, Thiere und Pflanzen 2c.

2. Sehen wir am Tage auf die Sonne, so nehmen wir Folgendes wahr: Am Morgen kommt

sie über den Gesichtskreis herauf, bewegt sich immer höher, bis sie am Mittag am höchsten steht; von da senkt sie sich allmählig nach der entgegengesetzten Seite des Gesichtskreises, und geht des Abends unter denselben. Auf unsichtbarem Wege scheint sie auf der uns unsichtbaren Seite der Erde sich weiter zu bewegen, bis sie am Morgen uns von neuem aufgeht. Diesen Kreislauf, von einem Aufgang zum andern, vollendet die Sonne in 24 Stunden. Wir nennen diese Zeit einen Tag und theilen denselben nach dem Stande der Sonne in die verschiedenen Tagszeiten ein, als: Tag und Nacht, Morgen und Abend, Mittag und Mitternacht 2c.

Den Punkt im Horizonte, in welchem uns die Sonne aufgeht, heißen wir den Sonnenaufgangspunkt, und denjenigen, in welchem sie untergeht, den Sonnenuntergangspunkt.

3. Betrachten wir den Sonnenaufgang während des Jahres, so finden wir, daß derselbe nicht immer an einer und derselben Stelle des Horizontes stattfindet, sondern daß die Sonne von einem gewissen Punkte, z. B. von einem Baume oder Berge, den man sich merkt, bald rechts, bald links entfernt, aufgeht. Eben so ist auch der Sonnenauf- und Untergang nicht an allen Tagen im Jahre zu derselben Stunde.

Am 21. März geht uns die Sonne des Morgens um 6 Uhr auf und des Abends um 6 Uhr unter; Tag und Nacht sind alsdann gleich, und die Sonne beschreibt während des Tages einen Halbkreis am Himmel. Der Aufgangspunkt der Sonne an diesem Tage heißt Ostpunkt, und der Untergangspunkt Westpunkt. Von diesem Tage an geht sie jeden folgenden Morgen etwas weiter links vom Ostpunkte auf, und etwas weiter rechts vom Westpunkte unter. Die Tage werden länger, die Nächte kürzer, und

der Bogen, welchen die Sonne am Himmel beschreibt, wird von Tag zu Tag größer und höher.

Am 21. Juni geht die Sonne am weitesten links vom Ostpunkte auf und am weitesten rechts vom Westpunkte unter. Der Tag ist am längsten und die Nacht am kürzesten; denn die Sonne geht an diesem Tage schon einige Minuten vor 4 Uhr des Morgens auf und erst nach 8 Uhr des Abends unter. Der Bogen, welchen sie am Himmel beschreibt, ist am größten und höchsten; doch nie so hoch, daß er uns über den Kopf weg ginge. Nach dem 21. Juni ändern sich einige Tage die Auf- und Untergangspunkte, so wie die Tages- und Nachtlängen wenig; es scheint ein Stillstand eingetreten zu sein. Dann aber nähern sie sich wieder dem Ost- und Westpunkte, und die Tage werden kürzer.

Am 23. September steht alles wieder, wie am 21. März, und Tag und Nacht sind zum zweitenmale gleich. Allein von jetzt an geht die Sonne jeden folgenden Morgen weiter rechts vom Ostpunkte auf, und weiter links vom Westpunkte unter; der Bogen der Sonne am Himmel wird täglich kleiner und niedriger, die Tage werden kürzer, die Nächte länger.

Am 21. Dezember endlich geht die Sonne am weitesten rechts vom Ostpunkte auf, und am weitesten links vom Westpunkte unter. Sie kommt erst nach 8 Uhr des Morgens über den Horizont und geht schon vor 4 Uhr des Abends unter denselben; ihr Tagbogen ist am kleinsten; der Tag am kürzesten, die Nacht am längsten. Einige Tage ändern sich die Sonnenaufgangs- und untergangspunkte wenig, dann aber beginnen sie, sich täglich mehr und mehr dem Ost- und Westpunkte zu nähern, bis sie am 21. März wieder in dieselben fallen.

Ein Jahr oder 365¼ Tage sind verflossen, und es beginnt ein neuer, vollkommen ähnlicher Kreislauf der Erscheinungen.

Nach diesem verschiedenen Stande der Sonne wird das Jahr in 4 Jahreszeiten eingetheilt; sie heißen: Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Der Frühling beginnt am 21. März; der Sommer am 21. Juni; der Herbst am 23. September; der Winter am 21. Dezember. Jede Jahreszeit hat ihre Eigenthümlichkeiten in Witterung, Tageslängen ꝛc.; aber alle haben ihr Gutes.

Die Entfernung des Sonnenaufgangspunktes vom Ostpunkte heißt die Morgenweite, die Entfernung des Sonnenuntergangspunktes vom Westpunkte die Abendweite. Beide sind an Sommers- und Wintersanfang am größten. Sie betragen an diesen Tagen $23\frac{1}{2}^{0}$ (oder $23\frac{1}{2}$ Grad).

4. Bei heiterem Himmel wirft jeder freistehende Gegenstand einen Schatten nach der von der Sonne entgegengesetzten Richtung. Während sich die Sonne vom Aufgange zum Untergange bewegt, bewegt sich dieser Schatten in einem Kreisbogen um den Gegenstand vom Untergange zum Aufgange. Dieser Schatten ist bei Sonnenaufgang am längsten. Allmählig verkürzt er sich und wird des Mittags am kürzesten. Von da an wächst er wieder bis zum Abend. Beim kürzesten Schatten steht die Sonne jedesmal am höchsten; es ist alsdann Mittag.

Wie ist die Schattenlänge in den Stunden, welche gleich weit vor und nach dem Mittage fallen? — wie verhält sich die Länge des Mittagschattens am längsten, und wie am kürzesten Tage? —

Zieht man auf einer ebenen Fläche eine gerade Linie in der Richtung des kürzesten Schattens, so heißt dieselbe Mittagslinie. Wenn man diese

Linie sich an beiden Enden verlängert denkt, so trifft sie an zwei Punkten in den Horizont, welche einander gerade entgegengesetzt sind. Der der Sonne zugewendete Punkt heißt Süden, der derselben abgewendete Norden. Jeder dieser Punkte ist genau in der Mitte zwischen dem Ost- und Westpunkte, und von jedem 90 Grad entfernt.

Die Richtung vom Mittelpunkte unsers Horizontes nach irgend einem Punkte in demselben nennen wir Welt- oder Himmelsgegend. Die Richtung nach dem Ostpunkte heißt Ost oder Morgen, nach dem Westpunkte West oder Abend, nach dem Südpunkte Süd oder Mittag, nach dem Nordpunkte Nord oder Mitternacht. Ost, Süd, West, Nord heißen die Hauptgegenden. Genau in der Mitte derselben liegen die Nebengegenden, jede 45° von ihrer Hauptgegend entfernt; sie heißen Südost, Südwest, Nordost, Nordwest. Diese 8 Weltgegenden dienen dazu, um die Richtung eines Ortes von dem andern, so wie von dem Beobachter zu bestimmen. Eine Zeichnung, welche diese Weltgegenden darstellt, heißt eine Windrose, und wenn dieselbe noch mit einer Magnetnadel versehen ist, ein Kompaß. Wie können wir die Weltgegenden im Freien finden? — Gebrauch des Kompasses. —

Der höchste Punkt des Himmelsgewölbes (Firmamentes), welcher jedesmal senkrecht über dem Haupte des Beobachters ist, heißt der Scheitelpunkt (Zenith). Derselbe ist 90° vom Horizonte entfernt. Ihm gerade entgegengesetzt, senkrecht unter den Füßen des Beobachters am tiefsten Punkte der nicht sichtbaren Himmelskugel ist der Fußpunkt (Nadir), ebenfalls 90° vom Horizonte entfernt.

Einen Kreisbogen, welchen man sich am Himmelsgewölbe von Nord nach Süd durch den Scheitelpunkt eines Ortes denkt, nennt man den Mit-

tagskreis (Meridian) dieses Ortes, weil dieser Ort Mittag hat, wenn die Sonne in diesem Kreisbogen steht. Kreise, welche mit dem Horizonte gleichlaufend sind und nach dem Scheitelpunkte kleiner werden, heißen Höhenkreise.

5. Bei Nacht sehen wir am Himmel unzählige Sterne. Aber sie bleiben nicht die ganze Nacht hindurch an derselben Stelle; vielmehr scheinen sich alle von Ost nach West zu bewegen, so daß sie uns gleich der Sonne im Osten auf- und im Westen untergehen. Die am Westhimmel sichtbar gewordenen Sterne gehen bald nach Sonnenuntergang unter den Horizont. Die Sterne, die wir kurz nach Sonnenuntergang im Meridian erblicken, bewegen sich westwärts und gehen erst um Mitternacht unter, während die Sterne im Osten immer höher steigen, bis sie um Mitternacht den Meridian erreicht haben, sich dann abwärts nach Westen bewegen und erst mit Sonnenaufgang unter den Horizont rücken. So wie die am Abend sichtbar gewordenen Sterne sich immer weiter nach Westen bewegen, so rücken im Osten die ganze Nacht hindurch stets neue Sterne über den Horizont herauf und nach Westen. Am Morgen, wenn die Sonne wieder mit ihrem freundlichen Lichte erscheint, verschwinden alle Sterne in ihrem Glanze. Aber am Abend sehen wir die nämlichen Sterne wieder im Osten, wie Tags vorher. Es scheint, als habe sich der ganze Himmel mit allen seinen Sternen in 24 Stunden von Ost gegen West um die Erde bewegt.

Indeß gehen uns doch nicht alle Sterne auf und unter; auch beschreiben nicht alle gleich große Kreise am Himmel von Ost nach West. Gerade nach Nord sieht man einen Stern, welcher unbeweglich steht und nie untergeht, sondern die ganze Nacht hindurch am Himmel sichtbar ist; man nennt ihn Polarstern.

Die ihn zunächst umgebenden Sterne bewegen sich um ihn, ebenfalls ohne auf- und unter zu gehen; sie beschreiben daher ganze Kreise über dem Horizonte. Erst weiter im Süden folgen Sterne, die am Osthimmel auf- und am Westhimmel untergehen; sie beschreiben Kreise, von welchen nur ein Theil (ein Kreisbogen) über dem Horizonte ist. Je weiter die Sterne nach Süden stehen, desto kleiner und niedriger werden die Bogen über dem Horizonte, in welchem sie sich von Ost nach West bewegen, und um so kürzere Zeit verweilen sie über dem Horizonte.

Die Sterne nahe bei dem Polarsterne beschreiben die kleinsten Kreise. Je weiter sie nach Süden von demselben aufgehen, desto größer werden ihre Kreise, bis diejenigen Sterne, welche im Ostpunkte auf- und im Westpunkte untergehen, die größten Kreise beschreiben. Von da weiter nach Süden hinab werden die Kreise der Sterne allmählig kleiner, bis wieder zu einem Sterne, der unbeweglich am Himmel steht, aber für uns unter dem Horizonte. Denkt man sich nun eine gerade Linie vom nördlichen Polarsterne bis zum südlichen gezogen, so scheint sich das ganze Himmelsgewölbe mit allen Sternen in 24 Stunden von Ost nach West um diese Linie, wie ein Rad um seine Achse zu bewegen. Man nennt diese gerade Linie die Himmels- oder Weltachse, und ihre beiden Enden die Himmelspole. Der eine nach Norden gerichtete Pol, ganz nahe bei dem Polarstern, heißt der Nordpol, der andere nach Süden, diesem entgegengesetzt, der Südpol.

Die Kreise, welche die Sterne von Ost nach West in 24 Stunden zu machen scheinen, heißen Tagkreise. Der größte unter denselben ist derjenige, welchen jene Sterne beschreiben, die im Ostpunkte auf- und im Westpunkte untergehen. Er heißt Himmelsäquator oder Gleicher und ist

von jedem Pole gleich weit entfernt, nämlich 90°. Er theilt die ganze Himmelskugel in 2 gleiche Theile, nämlich in die nördliche und südliche Halbkugel. In ihm bewegt sich die Sonne, wenn wir Tag und Nacht gleich haben. Die übrigen Tagkreise, welche die Sterne im Norden und Süden von dem Aequator beschreiben, sind zwar alle mit ihm gleichlaufend, aber nach beiden Polen zu abnehmend an Größe.

Bemerkt man die Höhe des Polarsternes über dem Nordpunkte des Horizontes, so hat man die Polhöhe. Dieselbe beträgt für unsere Gegend etwa 50°. Da vom Horizonte zum Zenith 90° sind, so ist der Polarstern noch 40° von unserem Zenithe entfernt; und da vom Pole bis zum Aequator ebenfalls 90° sind, so muß unser Zenith 90° weniger 40°, also 50° von dem Himmelsäquator entfernt sein. Sobald wir aber unsern Standort nach Norden oder Süden verändern, so verändert sich auch unsere Polhöhe.

Jeder Stern beschreibt stets denselben Tagkreis, und alle beschreiben ihre Tagkreise, sie seien groß oder klein, in 24 Stunden, das ganze Jahr hindurch genau in derselben Zeit. Eben so behalten die Sterne fortwährend dieselbe Stellung gegen einander, so daß sie in jeder Stunde einer jeden Nacht des Jahres dieselbe Figur bilden. Nur wenige Sterne machen davon eine Ausnahme und verändern ihren Ort. Man nennt die ersten feststehende Sterne (Fixsterne), die letzten Wandelsterne (Planeten). Um sich unter der unendlichen Menge Fixsterne nicht zu verirren, dachte man sich die beisammenstehenden Sterne durch Linien zu gewissen Figuren verbunden, denen man besondere Namen gegeben hat. Eine solche Figur heißt ein Sternbild oder Gestirn. Auf diese Weise haben die Sternkundigen die ganze Himmelskugel in Stern-

bilder eingetheilt; unter welchen vornehmlich 12 unsere Aufmerksamkeit verdienen. Sie heißen der Thierkreis und liegen in einem großen Kreise um die Mitte der Himmelskugel, so daß sie den Aequator an 2 entgegengesetzten Punkten unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ durchschneiden. Die Namen dieser Sternbilder sind: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Die 6 ersten stehen nördlich, die 6 letzten südlich vom Himmelsäquator.

6. Außer der täglichen Bewegung von Ost nach West hat die Sonne auch eine jährliche Bewegung von West nach Ost. Dieses nehmen wir wahr, wenn wir während eines Jahres den Stand der Sonne gegen die Sterne beobachten. Merken wir uns diejenigen Sterne, welche man gleich nach Sonnenuntergang in einer gewissen Jahreszeit, z. B. im Frühlinge, aufgehen sieht, so finden wir nach einigen Wochen und Monaten, daß sie höher und weiter gegen Westen stehen, dagegen andere, zuvor nicht gesehene Sterne die Stelle am Osthimmel einnehmen. Nach einem Vierteljahre stehen diese Sterne bei Sonnenuntergang im Meridian und immer neue Sterne werden am Osthimmel sichtbar. Nach einem halben Jahre erscheinen sie des Abends am Westhimmel, und bald werden sie ganz unsichtbar, weil sie mit der Sonne und allmählig noch vor derselben untergehen. Auf gleiche Weise rücken alle andern, am Osthimmel sichtbar gewordenen Sterne nacheinander immer höher und weiter nach Westen, bis sie mit der Sonne untergehen. Einige Tage nachher gehen dieselben Sterne kurz vor der Sonne auf, stehen also im Westen derselben und entfernen sich immer mehr gegen Westen, so daß sie nach Verfluß eines Jahres untergehen, wenn die Sonne aufgeht, und aufgehen, wenn diese untergeht. Es hat also

nach Verfluß eines Jahres alles die vorige Stellung wieder, so daß die Sterne genau wieder an derselben Stelle und in derselben Richtung erscheinen, an welcher man sie das Jahr zuvor an dem nämlichen Monatstage erblickte. Die Sonne scheint sich nämlich während des Jahres unter den Sternen weg und gegen dieselben von West nach Ost bewegt zu haben. Den Kreis, in welchem sie diese Bewegung macht, nennen wir Sonnenbahn oder Ekliptik. Während dieser Bewegung geht uns die Sonne aber nur zweimal binnen eines Jahres im Ostpunkte auf und im Westpunkte unter. Die übrige Zeit sehen wir sie entweder nördlich, oder südlich vom Ostpunkte aufgehen, und zwar ein halbes Jahr lang nördlich und ein halbes Jahr lang südlich von demselben. Jedoch entfernt sie sich nur $23^1/_2{}^\circ$ nach Norden und dann wieder $23^1/_2{}^\circ$ nach Süden von dem Ostpunkte. Aus diesem scheinbaren Weiterrücken der Sonne von Norden nach Süden, und umgekehrt, während des Jahres schließen wir auf die Lage des Kreises, welchen die Sonne binnen Jahresfrist von West nach Ost durchläuft, und sagen: die Sonnenbahn liegt schief gegen den Aequator und durchschneidet denselben an zwei entgegengesetzten Punkten unter einem Winkel von $23^1/_2{}^\circ$. Diese Punkte heißen die Punkte der Tag- und Nachtgleiche (Aequinoktialpunkte), weil, wenn die Sonne in ihnen ihren vierundzwanzigstündigen Umlauf von Ost nach West macht, Tag und Nacht gleich lang sind. Die Punkte der Sonnenbahn aber, in welchen die Sonne am weitesten, nämlich $23^1/_2{}^\circ$, vom Aequator entfernt ist, heißen Sonnenstillstandspunkte (Solstitialpunkte), weil nämlich auf ein Paar Tage keine merkliche Ab- oder Zunahme der Tage oder Nächte stattfindet. Die Tagkreise, welche die Sonne in den Sonnenstillstandspunkten

am Himmel beschreibt, nennt man Wendekreise, weil die Sonne sich von da an dem Aequator wieder zuwendet. Jeder der beiden Wendekreise ist $23\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Aequator entfernt, der eine nördlich und der andere südlich von demselben, und mit ihm gleichlaufend.

Alle Kreise, welche mit dem Aequator gleichlaufend sind, heißen Parallelkreise. Diejenigen unter den Parallelkreisen, welche $66\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von einem der Pole entfernt sind, heißen Polarkreise. Es gibt einen nördlichen und einen südlichen Polarkreis.

## §. 2.

## Von der Gestalt der Erde.

1. Aus 1 in § 1 wissen wir bereits, daß uns im Freien die Erde als eine ebene Scheibe erscheint, und lange glaubten die Menschen (und Viele glauben es noch) die Erde sei in der That eine ungeheuere große Scheibe, die vom Meere rings umflossen werde und auf einer festen Grundlage ruhe. Allein für's erste ist die Erde kein endlos ausgedehnter Körper; denn sonst könnten die Sonne, der Mond und die Sterne sich nicht in 24 Stunden um dieselbe bewegen, könnten uns also nicht auf- und untergehen. Sie muß vielmehr, so groß sie auch sein mag, ihre bestimmten Grenzen haben. Für's andere kann die Erde keine Unterstützung haben; denn worauf sollte diese Unterlage ruhen, wenn sie die ganze schwere Erde tragen sollte? und wie könnten die Sterne sich um die Erde

bewegen, wenn sie unterstützt wäre? daraus geht hervor:

Die Erde schwebt frei im Weltraum, ist nirgends unterstützt, und ringsum von dem Himmelsgewölbe, wie von einer hohlen Kugel umgeben.

2. Haben wir uns einmal überzeugt, daß die Erde ein frei schwebender Körper sein müsse, so leiten uns Beobachtungen und Nachdenken auch weiter zur Kenntniß von der wahren Gestalt dieses Körpers. Vornehmlich sind es zwei Beobachtungen am Horizonte, welche uns zu dieser Kenntniß führen, nämlich seine immer kreisförmige Gestalt, und seine Erweiterung bei Erhebungen über die Erdoberfläche.

a. Wenn wir von dem Gipfel eines Berges einen Theil der Erde überschauen, so erscheint uns derselbe durchaus und immer in der Gestalt eines Kreises begrenzt, in dessen Mittelpunkt wir stehen. Die äußersten Gegenstände, die unsern Gesichtskreis begrenzen, sehen wir alle in gleicher Entfernung von unsern Augen, und alle gleich tief unter uns. Nun erscheint uns aber die Oberfläche der Erde überall, wo wir sie aus einem Punkte über ihr betrachten, von einem Kreise begrenzt. Darum sagen wir: die Erde muß die Gestalt einer Kugel haben; denn nur bei einer Kugel kann in allen Theilen ihrer Oberfläche jene Erscheinung stattfinden.

b. Je niedriger unser Standort ist, von dem aus wir einen Theil der Erde überschauen, desto kleiner ist unser Gesichtskreis, und je höher wir uns über die Oberfläche der Erde erheben, desto größer wird derselbe. So sehen wir

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 100 | Fuß | Höhe | $2^3/_4$ | deutsche | Meilen | weit, |
| „ | 200 | „ | „ | $3^7/_8$ | „ | „ | „ |
| „ | 300 | „ | „ | $4^3/_4$ | „ | „ | „ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 600 | Fuß | Höhe | 7 | deutsche | Meilen | weit, |
| " | 1000 | " | " | $8^2/_3$ | " | " | " |
| " | 2000 | " | " | $12^3/_{10}$ | " | " | " |
| " | 5000 | " | " | $19^2/_5$ | " | " | " |
| " | 10,000 | " | " | 27 | " | " | " |
| " | 15,000 | " | " | 34 | " | " | " |
| " | 20,000 | " | " | 39 | " | " | " |
| " | 25,000 | " | " | 43 | " | " | " |

Könnten wir uns noch höher über die Erde erheben, so würde unser Gesichtskreis immer größer werden; wir würden einen immer größern Theil der Erdoberfläche, und die Gegenstände am Raude desselben immer tiefer unter uns sehen. Allein nirgends vermöchten wir die ganze Erde zu überschauen, nirgends würden wir eine Grenze derselben erblicken. Da man diese Erscheinung nur an einer Kugel haben kann, so schließen wir: die Erde muß die Gestalt einer Kugel haben.

3. Diese Kugelgestalt der Erde wird durch verschiedene Erfahrungen vollkommen bestätigt.

a. Durch die Ansicht ferner Gegenstände. Wer in einer Ebene sich fernen Bergen oder einem Thurme nähert, erblickt zuerst die höchsten Spitzen, und erst später, bei allmähliger Annäherung die immer tiefer liegenden Theile derselben. Entfernt er sich dagegen, so verliert er zuerst die niedern und nach und nach auch die höhern Gegenstände aus dem Gesichte. Noch deutlicher ist diese Erscheinung auf dem Meere. Die am Ufer stehenden Zuschauer verlieren von dem absegelnden Schiffe zuerst die untersten Theile aus dem Gesichte, allmählig mehr, bis ihnen zuletzt auch die höchsten Spitzen der Masten verschwinden. Eben so verschwinden den Absegelnden zuerst die niedrigsten Gegenstände am Ufer, bei größerer Entfernung auch die

höhern, und endlich verlieren sie auch die höchsten Bergspitzen aus dem Gesichte. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn sich Seefahrer dem Lande nähern.

Da diese Erscheinung auf allen Orten der Erde stattfindet, so muß diese selbst eine runde Gestalt haben und kann keine Ebene sein; denn sonst müßte man auch in der größten Entfernung mit bewaffnetem Auge hohe und niedre Gegenstände zugleich erblicken.

b. Durch Reisen von Norden nach Süden. Wenn jemand die Höhe des Polarsternes bemerkt und reist nach Süden, so senkt sich dieser Stern immer mehr nach dem Horizonte, je weiter er seine Reise nach Süden fortsetzt. Reist er aber wieder in gerader Richtung nach Norden zurück, so erhebt sich der Polarstern immer mehr über den Horizont, je weiter er nach Norden kommt. Die nämliche Erfahrung macht man auch an den andern nördlichen Gestirnen. Bei den südlichen Gestirnen dagegen ist es umgekehrt; sie sinken nach dem Horizonte wenn wir nördlich reisen und erheben sich über denselben, wenn wir nach Süden gehen. Die Ursache dieser Erscheinung kann nur in der kugelförmigen Wölbung der Erde liegen.

c. Durch Reisen um die Erde. Die Erde kann umreiset werden. Seefahrer, die von einem Seehafen aus abfahren und immerfort nach Westen segeln, kommen endlich von Osten her wieder in demselben Seehafen an, von welchem sie ausgefahren sind, ohne daß sie umgekehrt wären. Sie sind nämlich um die Erde herum gefahren. Dieses wäre aber nicht möglich, wenn die Erde nicht eine Kugelgestalt hätte. Eine solche Reise um die Erde kann in 2 bis 4 Jahren zurückgelegt werden. Schon viele Seefahrer haben diese Reise gemacht, z. B. Ferdinand Magellan, ein Portugiese, 1519 bis 1522;

Franz Drake, ein Engländer, 1577 bis 1580; Wilhelm Dampier, ein Engländer, 1689 bis 1691; Rogwin, ein Holländer, 1721 bis 1723; Georg Anson, ein Engländer, 1740 bis 1744; John Byron, ein Engländer, 1764 bis 1766; Cook umschiffte dreimal die Erde, das erstemal 1768 bis 1770; Adam Johann von Krusenstern, ein russischer Seekapitän, 1803 bis 1807; Duperré, ein Franzose, 1822 bis 1825.

d. Durch den ungleichen Sonnenaufgang von Westen nach Osten. Aus den Erfahrungen vieler Reisenden weiß man, daß die Sonne in den Ländern nach Osten früher aufgeht als in den Ländern nach Westen, und daß die Sonne den Reisenden desto früher aufgeht, je weiter sie nach Osten kommen, und desto später, je weiter sie nach Westen reisen. Dieses aber kann nur geschehen, wenn die Erde eine Kugelgestalt hat; denn wäre die Erde eine flache Scheibe, so müßte die Sonne den östlich-, wie westlichliegenden Ländern zu gleicher Zeit auf- und untergehen.

e. Durch die Beleuchtung der Berge bei Sonnenauf- und Untergang. Wenn die Sonne aufgeht, so werden zuerst die höchsten Bergspitzen erleuchtet, und erst allmählig die niedern Berge und das flache Land; wenn aber die Sonne untergeht, so kommt zuerst das flache Land in Schatten, während die Bergspitzen noch beleuchtet sind; nur allmählig rückt der Schatten höher, bis endlich auch an den höchsten Bergen das Sonnenlicht verschwindet. Wäre die Erde eine flache Scheibe, so müßten beim Sonnenaufgang alle Gegenstände zu gleicher Zeit beleuchtet werden, und beim Sonnenuntergang zu gleicher Zeit in den Schatten treten.

f. Durch die Mondsfinsternisse. Eine Mondsfinsterniß entsteht, wenn zur Zeit des Voll-

mondes die Erde in gerader Richtung zwischen die Sonne und den Mond zu stehen kommt. Denn alsdann wirft sie ihren Schatten in den Mond und verdunkelt uns denselben ganz oder doch zum Theile. Nun ist die Begrenzung dieses Schattens im Monde jederzeit und bei jeder Lage der Erde gegen den Mond eine krumme Linie, ein Theil eines Kreises. Daraus schließen wir, daß die Erde eine Kugelgestalt haben müsse; denn nur eine Kugel kann in jeder Lage einen kreisförmigen Schatten werfen.

g. Durch die Gestalt anderer Gestirne. Die Sonne und alle anderen Gestirne haben die Gestalt einer Kugel, wie dies die Sternkundigen auf das genaueste beobachtet haben. Unsere Erde ist auch, gleich der Sonne und den Sternen ein Himmelskörper. Darum dürfen wir annehmen, daß sie gleich diesen auch eine Kugelgestalt habe.

Aus der Kugelgestalt der Erde geht nun zugleich hervor, daß nirgends auf derselben unten sei, sondern daß die Menschen überall oben auf der Erde wohnen, überall die Erde unter ihren Füßen und den Himmel mit seinen Sternen über den Köpfen haben. Denn bei einer Kugel ist überall oben und nur nach dem Mittelpunkte derselben geht es nach unten.

## §. 3.

## Abbildung und Eintheilung der Erde.

1. Um sich eine deutliche Vorstellung von der Erde und der Lage ihrer Länder machen zu können, bildet man dieselbe ab. Das vollkommenste Bild

gewährt eine Kugel, weil durch sie nicht allein die Erdoberfläche, sondern zugleich auch die Gestalt der Erde dargestellt wird. Man nennt eine solche Kugel Erdkugel oder Globus.

Stellt man die ganze Erdoberfläche auf einer Fläche dar, so heißt das Bild ein Planiglob oder eine Erd- oder Weltkarte. Auf derselben zerfällt das Bild der Erdoberfläche in 2 Hälften, welche die beiden Halbkugeln vorstellen, entweder die nördliche und südliche Halbkugel, oder die östliche und westliche.

Die Abbildung eines größern oder kleinern Theiles der Erdoberfläche heißt eine Landkarte, und zwar eine Generalkarte, wenn ein solcher als ein Ganzes für sich angesehen wird; eine Spezialkarte, wenn die Abbildung einen seiner Bestandtheile darstellt.

Auf Seekarten ist das Meer im Ganzen oder nur in einzelnen Theilen mit den angrenzenden Ländern abgebildet.

2. Damit wir im Stande sind, die Länder, Gebirge, Gewässer und andere Oerter der Erde nach ihrer gegenseitigen Lage zu bestimmen, so ist es höchst nöthig, daß ihre Oberfläche durch gewisse Punkte und Linien eingetheilt werde. Die Grundlage zu einer solchen Eintheilung gibt uns die Himmelskugel durch ihre scheinbare Umdrehung und ihre Eintheilung. Ganz übereinstimmend mit der Eintheilung der Erde wird auch der Globus eingetheilt; denn dadurch allein wird es erst möglich, genau anzugeben, wo ein Ort liege, und wie weit er von einem andern entfernt sei.

a. Der Durchmesser, welcher von Nord nach Süd, genau in der Richtung der Himmelsachse gedacht wird, und um welchen sich Erde bewegt, heißt die Erdachse; die Punkte, wo sie die Oberfläche

der Erde berührt, werden ihre Pole genannt, der nach Norden gewendete der Nordpol, der nach Süden gewendete der Südpol. Beide stehen den Himmelspolen gerade gegenüber.

b. In der Mitte der Erde, gleichweit von jedem Pole, nämlich 90°, entfernt denkt man sich einen Kreis von West nach Ost gezogen, und nennt ihn Aequator, Gleicher oder Linie. Er theilt die Erdkugel genau in 2 Hälften, die nördliche und die südliche Halbkugel, und zieht sich durch Amerika, Afrika, die südlichsten Inseln Asien's und die australischen Inseln. Er liegt gerade senkrecht unter dem Himmelsäquator; daher steht die Sonne den Einwohnern jener Länder um den irdischen Aequator zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche senkrecht über dem Haupte.

c. Gleichlaufend mit dem Aequator sind auf den beiden Seiten desselben kleinere Kreise gezogen, man nennt sie Parallelkreise. Sie liegen unter den Tagkreisen, in welchen sich die Sterne zu bewegen scheinen, und werden nach den Polen hin immer kleiner. Auf dem Globus ist alle 10° einer gezogen.

d. Die beiden Parallelkreise, welche man $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator gezogen denkt, heißen Wendekreise. Sie liegen unter den Wendekreisen des Himmels. Der nördliche Wendekreis heißt der Wendekreis des Krebses; über ihm geht die Sonne den 21. Juni senkrecht hinweg, und scheint sich von da dem Aequator wieder zuzuwenden. Er zieht sich durch Nordafrika, Südasien, die Sandwichsinseln und Mexico. Der südliche Wendekreis heißt der Wendekreis des Steinbocks; über ihm geht die Sonne am 21. Dezember senkrecht hinweg und wendet sich dann dem Aequator wieder zu. Er geht durch Südafrika, Neuholland, die Freundschaftsinseln und Südamerika.

e. Der Parallelkreis, welcher $23\frac{1}{2}^\circ$ von einem der Pole und $66\frac{1}{2}^\circ$ vom Aequator gezogen ist, heißt Polarkreis. Die Polarkreise sind da gezogen, wo die Pole der Ekliptik liegen, d. h. wo die Achse der Ekliptik die Erdoberfläche berührt. Man unterscheidet einen nördlichen und einen südlichen Polarkreis; jener geht durch Island, Lappland, das nördliche Rußland und Sibirien, das nördliche Amerika und Grönland, unter diesem ist noch kein Land entdeckt worden.

f. Kreise, welche von Norden nach Süden so gezogen sind, daß sie den Aequator und die Parallelkreise rechtwinkelig durchschneiden und durch die beiden Pole gehen, heißen Meridiane oder Mittagskreise. Sie liegen senkrecht unter den Meridianen der Himmelskugel, und ein jeder theilt die Erdkugel in 2 Hälften, in die östliche und westliche Halbkugel. Alle Orte, welche auf einem und demselben Meridian liegen, haben zu gleicher Zeit Mittag; denn ihnen allen steht die Sonne gleichzeitig am höchsten am Himmel. Man kann so viele Meridiane sich gezogen denken, als es von West nach Ost Orte neben einander gibt. Um die Meridiane leichter zählen zu können, nimmt man einen als den ersten an und bestimmt nach ihm die Lage der andern. Gewöhnlich wird der durch die kanarische Insel Ferro gezogene als der erste angenommen, und durch denselben die Erde in die östliche und westliche Halbkugel getheilt.

Alle diese Kreise welche man auf der Erde sich gezogen denkt, und durch welche die Erde eingetheilt wird, sind auf dem Globus wirklich gezogen und theilen ihn ganz ähnlich der Erde ein. Sie bilden auf demselben ein Netz, ohne welches es nicht möglich wäre, die einzelnen Orte aufzufinden und aufzuzeichnen.

Jeder Kreis, er sei groß oder klein, wird in 360 gleiche Theile getheilt, welche man Grade nennt. Ein Grad hat 60 Minuten und eine Minute 60 Sekunden. Der Kürze wegen bezeichnet man den Grad durch eine kleine Null (°), die Minute durch einen kleinen Strich (′) und die Sekunde durch zwei solcher Striche (″), z. B. 49° 24′ 18″, heißt 49 Grad, 24 Minuten, 18 Sekunden. Ein Halbkreis hat 180° und ein Viertelskreis oder Quadrant 90°.

## §. 4.

## Ortsbestimmung nach Länge und Breite.

1. Die Entfernung oder der Abstand eines Ortes vom Aequator gegen die Pole hin, nennt man seine geographische Breite. Diese ist zweierlei, nördlich oder südlich; jene ist die Entfernung vom Aequator nach dem Nordpole, diese die Entfernung nach dem Südpole. Ein Ort hat 50° nördlicher Breite, heißt er ist 50° vom Aequator nach dem Nordpole entfernt. Die Breite ist höchstens 90°, und der 90. Breitegrad fällt in den Pol selbst. Die Parallelkreise des Aequators dienen zur Berechnung der geographischen Breite; alle Orte, die auf dem nämlichen Parallelkreise liegen, haben gleiche Breite. Diese wird am ersten Meridian aufgesucht.

Die Breite eines Ortes ist der Polhöhe desselben gleich. Dieses findet man durch Beobachtungen bei Schifffahrten bestätigt. Befinden

die Schiffenden sich unter dem Aequator, so erscheint der Polarstern gerade im Horizonte, weil vom Zenithe bis zum Horizonte stets 90° sind, und eben so viele vom Aequator bis zu einem der Pole. Segelt man vom Aequator gerade nach Norden, so erhebt sich der Polarstern allmählig über den Horizont, die Sterne über dem Aequator dagegen entfernen sich südlich von dem Zenith und zwar immer genau um so viel als sich der Polarstern erhebt. Bei 10° Polhöhe stehen die Sterne über dem Aequator, auch 10° südlich vom Zenithe des Ortes des Beobachters, bei 50° Polhöhe 50°, bei 70° Polhöhe 70° ꝛc. Dieselbe Erfahrung macht man, wenn man von dem Aequator nach Süden reist, mit dem südlichen Polarsterne.

Der Grund dieser Erscheinung liegt in der Kugelgestalt der Erde, nach welcher der Himmelsäquator gerade senkrecht über dem Erdäquator sich befindet, und alle Grade eines Himmelsmeridians genau senkrecht über den Graden eines Erdmeridians liegen, wie dieses bei Kreisen, die einen gleichen Mittelpunkt haben oder konzentrisch sind, der Fall sein muß. Daraus folgt nun, daß ein Ort auf der Erde so viel Grade vom Aequator entfernt sein müsse, als der Polarstern für diesen Ort Grade über dem Horizont steht. Um daher zu erfahren, in welcher Breite ein Ort liege, braucht man nur seine Polhöhe zu suchen.

2. Die Entfernung oder der Abstand eines Ortes auf der Erde nach Osten oder Westen von einem Meridiane, welcher als der erste angenommen wurde, heißt die geographische Länge. Allgemein wird der durch die kanarische Insel Ferro gezogene Meridian, welcher unter Ludwig XIII, König von Frankreich, dazu bestimmt wurde, als der erste angenommen. Zählt man von ihm die Entfernung nach

Osten um die ganze Erdkugel herum, so hat man 360° östlicher Länge. Oft aber zählt man 180° östlich und 180° westlich, und unterscheidet dann östliche und westliche Länge. Die Längengrade sind auf dem Aequator angegeben. Die Sternkundigen nehmen oft den Meridian ihrer Sternwarte zum ersten an und berechnen nach demselben die Länge, z. B. von Paris, Greenwich 2c.

Auf dem offenen Meere kann man die Länge eines Ortes nicht nach dem ersten Meridiane berechnen, sondern man muß sie astronomisch ausmessen. Dieses läßt sich aber nicht anders thun, als durch Beobachtung des Mondlaufes, und des Abstandes des Mondes von einem bestimmten Fixsterne, dessen Länge und Breite bekannt ist. Zu diesem Zwecke sind sehr genau berechnete Mondtafeln eingerichtet, welche den Ort des Mondes für jede Zeit angeben.

Durch die geographische Länge und Breite ist die Lage eines Ortes auf der Erde genau bestimmt; und man findet denselben auf dem Globus oder auf einer Landkarte da verzeichnet, wo sein Meridian seinen Parallelkreis durchschneidet.

3. Länge und Breite einiger Länder und Städte. Europa liegt zwischen dem 35 und 71° nördlicher Breite und 6 nnd 86° östlicher Länge; Asien zwischen dem 1 und 78° nördl. Br. und dem 43 und 208° östl. Lg.; Afrika zwischen dem 37° nördl. Br. und 34° südl. Br., und 1 und 70° östl. Lg.; Amerika zwischen dem 54° südl. Br., 80° nördl. Br. und 209 und 360° östl. Lg.; Australien zwischen dem 10 und 39° südl. Br. und 131 und 171° östl. Lg.; Deutschland zwischen dem 45 und 55° nördl. Br. und 22 und 37° östl. Lg.;

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amsterdam | unter | 22° 20′ | östl. | Lg, | 52° 22′ | nördl. | Br. |
| Archangel | „ | 57° — | „ | „ | 64° 34′ | „ | „ |
| Basel | „ | 25° 20′ | „ | „ | 47° 34′ | „ | „ |
| Berlin | „ | 31° 2′ | „ | „ | 52° 32′ | „ | „ |
| Bremen | „ | 26° 25′ | „ | „ | 53° 7′ | „ | „ |
| Hamburg | „ | 27° 44′ | „ | „ | 53° 36′ | „ | „ |
| München | „ | 29° 5′ | „ | „ | 49° 25′ | „ | „ |
| Wien | „ | 34° 4′ | „ | „ | 48° 15′ | „ | „ |
| Paris | „ | 20° — | „ | „ | 48° 50′ | „ | „ |
| London | „ | 17° 24′ | „ | „ | 51° 31′ | „ | „ |
| Madrid | „ | 14° 34′ | „ | „ | 40° 45′ | „ | „ |
| Lissabon | „ | 9° 30′ | „ | „ | 38° 45′ | „ | „ |
| Rom | „ | 30° 34′ | „ | „ | 41° 54′ | „ | „ |
| Moskau | „ | 58° — | „ | „ | 55° 45′ | „ | „ |
| Petersburg | „ | 47° 58′ | „ | „ | 59° 56′ | „ | „ |
| Stockholm | „ | 36° — | „ | „ | 59° 20′ | „ | „ |
| Constantinop. | „ | 46° 33′ | „ | „ | 41° — | „ | „ |
| Nanking | „ | 137° — | „ | „ | 32° 7′ | „ | „ |
| Peking | „ | 133° 16′ | „ | „ | 39° 55′ | „ | „ |
| Speier | „ | 26° 12′ | „ | „ | 49° 15′ | „ | „ |
| Zweibrücken | „ | 24° 58′ | „ | „ | 49° 24′ | „ | „ |

## §. 5.

## Größe der Erde.

Die Größe eines Körpers wird gefunden, wenn man denselben mit irgend einem Maße mißt. Zur Messung von Linien dient ein Längenmaß, von Flächen ein Flächenmaß und von Körpern ein Körpermaß. Da die Erde eine Kugelgestalt hat, so kommt es bei Bestimmung ihrer Größe vorzüglich auf vier Stücke an: auf ihren Durchmesser,

ihren Umfang, ihren Flächeninhalt, und ihren Körper- oder Kubikinhalt. Ist eine dieser Größen bekannt, so können die anderen daraus berechnet werden. Bei der Erde kann, wegen unüberwindlicher Hindernisse keine dieser Größen durch unmittelbare Messungen gefunden werden; wohl aber kann man einzelne Grade des Erdumfanges ausmessen und daraus die Größe des ganzen Umfanges berechnen.

Da Polhöhe und Breite vollkommen gleich sind, so kann in der Richtung von Nord nach Süd durch Beobachtung der Polhöhe ein Grad auf der Erde genau bestimmt werden. Durch mehrfache Messungen einzelner Grade des Meridians in verschiedenen Gegenden der Erde hat man gefunden, daß ein Grad des Meridians 15 deutsche Meilen beträgt, (die deutsche Meile zu 23,661 rheinl. Fuß). Der ganze Meridian hat 360°, mithin $360 \times 15 = 5400$ deutsche Meilen. Es beträgt also der Umfang der Erde 5400 deutsche Meilen. Der Umfang einer Kugel verhält sich zu ihrem Durchmesser wie 314 zu 100; daher verhält sich der Umfang der Erde zum Erddurchmesser wie 314: 100; also: $314 : 100 = 4500 : x = {}^{540000}/_{314} = 1719\,{}^{234}/_{314}$ also beinahe 1720 deutsche Meilen. Der Erdhalbmesser ist demnach 860 deutsche Meilen. Multiplizirt man nun den Durchmesser der Erde mit ihrem Umfange, $1720 \times 5400$, so erhält man die Größe der Erdoberfläche zu 9,288,000 Q.M. Wird der Flächeninhalt mit dem sechsten Theile des Durchmessers noch multiplizirt, so erhält man den Körperinhalt der Erde, also $9{,}288{,}000 \times {}^{1720}/_{6} = 2{,}662{,}560{,}000$ Kubikmeilen.

Durch Messungen der neuesten Zeit ist dargethan, daß die Erde nicht ganz vollkommen die Gestalt einer Kugel habe, sondern daß sie an den beiden Polen etwas abgeplattet sei. Indeß ist diese Ab-

plattung nur geringe, indem die Erdachse nur um $^1/_{330}$ oder ungefähr 5 deutsche Meilen kürzer ist, als der Durchmesser des Aequators.

Die Längenmaße der Völker sind verschieden, und es gehen auf einen Grad des Aequators:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Deutsche Meilen | 15,00; | Holländische Seemeilen | 19,00; |
| Bayerische „ | 14,15; | Italienische große Lega | 60,00; |
| Dänische „ | 14,79; | „ kleine „ | 75,00; |
| Englische Seem. | 60,00; | Norwegische Seemeilen | 10,00; |
| Französ. Lieue | 25,00; | Russische Wersten | 104,33; |
| Französ. Seem. | 20,00. | | |

## §. 6.

## Tägliche Bewegung der Erde.

1. Wir haben (aus 1 in §. 2) uns überzeugt, daß die Erde frei im Weltraum schwebe und von dem Himmelsgewölbe wie von einer hohlen Kugel umgeben sei. Ferner haben wir (aus 2 und 5 in §. 1) bereits gesehen, daß das Himmelsgewölbe mit der Sonne und allen Gestirnen sich täglich von Ost gegen West um unsere Erde bewege, wodurch uns die Erscheinungen von Tag und Nacht, von Auf- und Untergang der Gestirne hervorgebracht werden. Die Erde scheint uns dabei ruhend in der Mitte des Himmelsgewölbes; denn wir nehmen nichts von einer Achsendrehung derselben wahr.

Diese tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes hat so viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß sie lange Zeit geglaubt und für die wahre Ursache der bei 2 und 5 in §. 1 angegebenen Erscheinungen gehalten wurde. Allein bei einigem Nachdenken finden wir

doch, daß alle diese Erscheinungen auch entstehen müssen, wenn die Sterne des Himmels ruhig stehen bleiben, und dafür die Erde in einer entgegengesetzten Richtung oder von West gegen Ost sich um ihre Achse dreht. Denn bewegt sich die Erde von West gegen Ost, so dreht sich mit ihr auch der Beobachter sowohl, als sein Horizont in derselben Richtung. Denken wir uns nun den Horizont bis an das Himmelsgewölbe erweitert, so rückt er an demselben im Osten jeden Augenblick weiter herab, wodurch uns die Sterne im Osten über den Horizont kommen und immer höher steigen, und also aufzugehen und sich nach Westen zu bewegen scheinen. Im Westen dagegen rückt der Horizont immer höher; dadurch kommen ihm die westlichen Sterne näher, bis sie endlich unter denselben rücken, also unterzugehen scheinen. Es lassen sich also diese Erscheinungen auch erklären, wenn wir annehmen, daß sich das Himmelsgewölbe (wie es in der That scheint) von Ost gegen West bewege, oder wenn wir im entgegengesetzten Falle annehmen, daß sich die Erde von West gegen Ost um ihre Achse drehe.

Nehmen wir nun aber zur Erklärung dieser Erscheinungen die Achsendrehung der Erde als Ursache an, so ist es nöthig, daß wir Gründe aufsuchen, aus welchen diese Bewegung als in der That stattfindend hervorgeht. Diese Gründe finden wir theils in innern Wahrscheinlichkeiten, theils in Beobachtungen und Erfahrungen.

2. Die innere Wahrscheinlichkeit für die Achsendrehung der Erde geht hervor:

a. Aus der Geschwindigkeit der Bewegung. Nehmen wir die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse von West gegen Ost an, so legt jeder Ort unter dem Aequator einen Weg von

225 Meilen in einer Stunde, oder 3¾ Meilen in einer Minute zurück. Weiter vom Aequator entfernt wird diese Geschwindigkeit noch kleiner. Bei der Bewegung des Himmelsgewölbes um die Erde dagegen würde die Geschwindigkeit der Sterne viel größer sein. Der Mond, welcher nach den Berechnungen der Sternkundigen 52,000 Meilen von der Erde entfernt ist, müßte in einer Minute einen Weg von 227 Meilen zurücklegen, um in 24 Stunden um die Erde zu kommen. Die Sonne aber, welche gegen 21 Millionen Meilen entfernt ist, müßte in jeder Minute über 90,000 Meilen durchlaufen, um ihre tägliche Bewegung um die Erde zu vollenden. Die Geschwindigkeit der Sterne dagegen würde noch viel größer sein müssen, da diese viel weiter als die Sonne von uns entfernt sind. Mond, Sonne und Sterne müßten sich also mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit um die Erde bewegen, damit dieselbe Tag und Nacht bekäme, während doch durch die Umdrehung der Erde um ihre Achse dieselben Erscheinungen hervor gebracht werden können. Darum erscheint die Bewegung der Erde als wahrscheinlicher.

b. Aus der Größe der übrigen Himmelskörper. Aus den Berechnungen der Sternkundigen ist bekannt, daß die Sonne gegen 1½ Million mal größer sei, als unsere Erde. Viele der Sterne sind noch größer. Es scheint daher unwahrscheinlich, daß so große Himmelskörper sich um die viel tausendmal kleinere Erde bewegen sollten, während doch durch die Achsendrehung der letztern alle Erscheinungen ganz eben so hervorgebracht werden.

c. Aus der Gleichförmigkeit der Bewegung so vieler Himmelskörper. Wenn sämmtliche Himmelskörper sich in der That um die Erde bewegten, so müßte die bewegende Kraft von der

Erde ausgehen und auf alle gleich stark wirken. Nun lehrt die Erfahrung, daß eine bewegende Kraft um so schwächer wirkt, in je weitere Ferne sich ihre Wirkung erstreckt, und um so stärker, je näher der Gegenstand ist, auf den sie einwirkt. Es müßte also die Bewegung der Himmelskörper verschieden sein, da ihre Entfernung von der Erde so verschieden ist. Allein die Bewegung der Himmelskörper erscheint uns ganz gleichförmig, indem alle, die großen wie die kleinen, die nahen wie die fernen genau in 24 Stunden sich um die Erde bewegen. Darum ist es wahrscheinlicher, daß die Bewegung der Himmelskörper eine blos scheinbare sei, welche durch die Bewegung der Erde von West gegen Ost hervorgebracht werde.

d. Aus dem Mangel eines Mittelpunktes dieser Bewegung. Nehmen wir an, das Himmelsgewölbe bewege sich von Ost gegen West um die Erde, so müßte die bewegende Kraft ihren Sitz im Mittelpunkte der Erde und im Mittelpunkte dieser Bewegung selbst haben. Allein wir wissen aus 2 und 5 in §. 1, daß die tägliche Bewegung des Himmels nicht eigentlich um den Mittelpunkt der Erde geht, sondern um die Achse derselben, und daß der Mittelpunkt der meisten Sternenbahnen ganz außerhalb der Erde liegt, indem die Sterne nach dem Polarsterne hin nicht um die Erde, sondern um eine gerade Linie, die Himmelsachse, sich bewegen. Wir können daher eine Bewegung des Himmelsgewölbes von Ost gegen West nicht als wahrscheinlich annehmen. Denken wir uns aber das Himmelsgewölbe mit seinen Sternen ruhend, und die Erde von West gegen Ost in Umdrehung, so sind diese Erscheinungen alle leicht erklärbar.

3. Außer diesen Gründen der Wahrscheinlichkeit gibt es aber auch Beweise für die Achsendreh-

ung der Erde, welche sich auf unleugbare Erfahrungen und Beobachtungen stützen.

a. Die Abplattung der Erde an ihren Polen. Wenn man eine weiche Kugel von nassem Thone auf die Töpferscheibe bringt und die Scheibe schnell umdreht, so sinkt der höchste Punkt, der obere Pol der sich drehenden Kugel allmählig etwas zusammen, während die Theile derselben am Aequator sich immer mehr von dem Mittelpunkte entfernen. Dadurch bekommt die Kugel die Gestalt eines an den Polen eingedrückten oder abgeplatteten Körpers. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der Verschiedenheit des Schwunges, welchen die Theile der Kugel an dem Aequator und an den Polen bei der Achsendrehung erleiden. Denn während an den Polen die Theile der Kugel fast in Ruhe bleiben, streben sie unter dem Aequator, wo der Schwung am stärksten ist, sich am meisten von dem Mittelpunkte der Kugel zu entfernen, wodurch eben diese Abplattung erzeugt wird.

So wie nun jede weiche Kugel, welche sich schnell um ihre Achse dreht, an ihren Polen eine Abplattung erleidet, so mußte auch die Erde eine ähnliche Abplattung an ihren Polen erfahren, wenn die Masse, aus der sie besteht, anfangs flüssig, oder doch weich war, und wenn sie sich um ihre Achse bewegt. Daß aber die Erde bei ihrer Entstehung eine weiche Masse bildete, ist durch die Menge versteinerter Thiere auf den höchsten Gebirgen, so wie durch die Lage und Form der verschiedenen Schichten, aus welchen die Erdoberfläche besteht, längst außer allen Zweifel gesetzt. Eben so ist durch mehrfache Messungen bestätigt, daß die Erde an ihren beiden Polen etwas abgeplattet und an ihrem Aequator erhaben sei, indem man gefunden hat, daß die Erdachse um etwas über 5 Meilen kürzer ist, als der Durch-

messer des Aequators. Daraus geht aber hervor, daß die Erde sich um ihre Achse bewege.

b. Verschiedene Wirkung der Schwere in verschiedenen Erdgegenden. Wenn man ein Pendel an einem Punkte frei aufhängt, so wird das Gewicht desselben durch die Schwerkraft nach dem Mittelpunkte der Erde gezogen und die Pendelstange nimmt eine senkrechte Richtung an, das Pendel bleibt in Ruhe. Wenn man aber das Gewicht des Pendels nach einer Seite hin aufhebt und es dann wieder sich selbst überläßt, so fällt es durch die Wirkung der Schwere in einem Bogen nach seiner ersten Lage zurück. Allein durch die angenommene Geschwindigkeit wird es auf der entgegengesetzten Seite aufwärts getrieben, bis die Schwere diese Geschwindigkeit allmählig überwältigt und das Pendel abermals zum Fallen bringt. Auf diese Weise setzt das Pendel seine Schwingungen oder seinen Hin- und Hergang immer in den gleichen Zwischenzeiten so lange fort, bis endlich die Reibung am Aufhängepunkt und der Widerstand der Luft es im tiefsten Punkte zur Ruhe bringen. Die Geschwindigkeit des Pendels hängt bei dieser Bewegung von zwei Umständen ab: 1) von der Länge der Pendelstange und 2) von der Kraft, welche die Bewegung des Pendels hervorbringt d. i. von der Schwerkraft der Erde. Je kürzer also die Pendelstange, desto schneller die Bewegung des Pendels, je stärker die Wirkung der Schwerkraft bei gleicher Länge, desto schneller die Bewegung des Pendels, und umgekehrt, je schwächer die Wirkung der Schwerkraft, desto langsamer die Bewegung des Pendels. Nun hat man aber durch viele Versuche gefunden, daß das Pendel unter dem Aequator immer am langsamsten schwingt, und daß seine Geschwindigkeit bei gleicher Pendellänge nach den Polen hin allmählig zunimmt.

Daraus schließen wir, daß die Wirkung der Schwere unter dem Aequator am schwächsten und nach den Polen hin allmählig stärker sein müsse; eine Erscheinung, welche zuerst der französische Astronom Richer 1672 auf einer Reise von Paris nach der Insel Cayenne in der Nähe des Aequators an seiner Pendeluhr wahrnahm; die aber seitdem vielfältig in verschiedenen Gegenden der Erde beobachtet wurde. Der Grund von dieser Erscheinung kann nur in dem Umschwung der Erde um ihre Achse liegen. Denn so wie dadurch der Schwung unter dem Aequator am stärksten ist, so muß dort die Wirkung der Schwerkraft am meisten geschwächt werden, also das Pendel am langsamsten gehen; und wie nach den Polen hin der Schwung abnimmt, so wirkt die Schwerkraft wieder stärker, und das Pendel muß schneller gehen.

c. Der Fall der Körper von großen Höhen. Jeder Körper, dem seine Unterstützung genommen wird, fällt nach der Erde zurück und zwar, wenn keine andere Kraft einwirkt, stets in senkrechter Richtung. Die Ursache davon ist die Schwerkraft (Anziehungskraft) der Erde. Allein mehrfach angestellte Beobachtungen haben gezeigt, daß schwere Körper, wie Bleikugeln, welche man von hohen Thürmen herab oder in tiefe Schachten fallen ließ, nie ganz senkrecht fielen, sondern stets etwas nach der Ostseite hin von der senkrechten Richtung abwichen. Es mußte also eine andere Kraft auf die fallenden Körper einwirken. Den Grund dieser Kraft finden wir in der Achsendrehung der Erde. Wenn nämlich die Erde sich um ihre Achse dreht, so müssen auch alle der Erde angehörige Körper an dieser Umdrehung der Erde von West gegen Ost Theil nehmen. Dabei muß die Geschwindigkeit der Körper um so größer sein, je weiter sie von dem Mit-

telpunkte der Erde entfernt sind, weil der Kreis, den sie beschreiben, größer wird. Die Spitze eines Thurmes hat daher eine schnellere Bewegung als der Fuß desselben. Eine Kugel, welche man von der Spitze eines Thurmes herab fallen läßt, behält diese schnellere Bewegung nach Ost während ihres Falles bei, und muß daher, wenn sie die Erde erreicht, einen größern Weg nach Ost zurück gelegt haben als der Fuß des Thurmes, muß also östlich von diesem niederfallen. Denn indem auf die fallende Kugel zwei Kräfte wirken, die Schwerkraft und der ihr mitgetheilte Schwung, so kann sie weder der einen noch der andern Kraft ganz folgen, sondern sie geht die mittlere Richtung oder die Diagonale.

Es geht also aus diesen Beobachtungen hervor: die Erde bewegt sich von West gegen Ost um ihre Achse.

d. Die beständigen Ostwinde. Zu beiden Seiten des Aequators bis auf eine Entfernung von etwa 20° weht ein beständiger Ostwind, welcher von Seefahrern gewöhnlich zur Ueberfahrt nach Amerika benutzt wird. Die Entstehung dieser Winde hängt unmittelbar mit der Achsendrehung der Erde zusammen. Durch die größere Wärme in den Gegenden des Aequators wird die Luft daselbst verdünnt und leichter; darum steigt sie in die Höhe und fließt nach Norden und Süden hin ab. Die untere, kältere und dichtere Luft von den Seiten der beiden Pole her dringt nach dem Aequator in den luftverdünnten Raum, wodurch in der Nähe des Aequators in den untern Gegenden der Atmosphäre ein beständiger Strom der kältern Luft von den Polen nach dem Aequator stattfindet. Da nun die Atmosphäre die Bewegung der Erde von West gegen Ost mitmacht, so muß ihre Geschwindigkeit der Umdrehung auch

unter dem Aequator am schnellsten sein und gegen die Pole hin langsamer werden. Wenn daher die kältere Luft der Pole in der Nähe des Aequators ankommt, so hat sie eine kleinere Geschwindigkeit, als dieser selbst; sie wird also hinter der Erdoberfläche gegen Westen zurückbleiben, und sich dadurch den Bewohnern daselbst, die ihre eigene schnelle Bewegung von West nach Ost nicht bemerken, als ein Stoß von Ost nach West oder als ein beständiger Ostwind fühlbar machen. Genauer angegeben: der von Nord gegen den Aequator ziehende untere Luftstrom wird in Verbindung mit der östlichen Achsendrehung der Erde ein Nordostwind, und der von Süden kommende Luftstrom ein Südostwind werden. Diese Erscheinung dient uns abermal als Beweis für die Umdrehung der Erde um ihre Achse von West gegen Ost. Fast eine gleiche Bewandtniß hat es mit der Strömung des Meeres in der Nähe des Aequators.

e. Die Bewegung anderer Himmelskörper. Die Sternkundigen haben durch ihre Fernröhren an vielen Himmelskörpern beobachtet, daß sie sich von West gegen Ost um ihre Achsen drehen, wie z. B. der Mond, die Sonne, die Planeten. Da wir nur eine Achsendrehung an so vielen andern Himmelskörpern bemerken, so dürfen wir auch von der Erde, die ebenfalls ein Himmelskörper ist, eine Achsendrehung von West gegen Ost annehmen.

4. Einwürfe gegen die Achsendrehung der Erde. Obgleich so viele Gründe für die tägliche Bewegung der Erde sich auffinden lassen, und dieselbe zur vollen Gewißheit bewiesen ist, so gibt es doch noch immer Menschen, welche sich von der Achsendrehung der Erde nicht überzeugen wollen, und mancherlei Einwürfe dagegen vorbringen. Die wichtigsten sind folgende:

a. Warum fühlen wir diese Bewegung der Erde nicht? — Antwort: Wir können von der Bewegung der Erde nichts fühlen, weil diese Bewegung mit immer gleicher Geschwindigkeit und ohne allen Stoß vor sich geht. Fühlen wir doch auch die Bewegung eines Schiffes nicht, das über einen glatten Wasserspiegel hingleitet, und doch ist diese Bewegung noch lange nicht so gleichförmig als die der Erde.

b. Warum nehmen wir von der Bewegung der Erde auf derselben nichts wahr? — Antwort. Alle Gegenstände auf der Erde, als Berge, Wälder, Gebäude ꝛc. machen diese Bewegung mit, ohne im geringsten ihren Standort zu verändern. Kein Gegenstand bleibt uns auf der Erde zurück, an welchem wir merken könnten, daß wir weiter gekommen wären. Nur an den Gegenständen außerhalb der Erde, das ist an der Sonne, dem Monde und den Sternen, welche diese Bewegung nicht mitmachen, sehen wir, daß wir an ihnen vorbeieilen.

c. Warum fallen wir nicht von der Erde herab? — Antw. In allen Körpern der Erde ist das Bestreben nach dem Mittelpunkte der Erde zu fallen, sobald sie nicht unterstützt werden. Dieses ist eine Folge der Schwere oder Anziehungskraft der Erde, welche sie auf alle Körper ihrer Oberfläche ausübt. Ueberall auf der Erde, wo daher Körper fallen, bewegen sie sich stets nach der Erde zu, aber niemals von derselben hinweg nach den Sternen.

d. Warum kommen wir bei dieser Bewegung nicht einmal unten und das anderemal wieder oben hin? — Antw. Bei einer Kugel ist nirgends unten, überall ist oben, und nur nach ihrem Mittelpunkte hin ist unten. Da nun die Erde eine Kugelgestalt hat, so kann auch auf ihr nur da unten sein, wohin es nach dem Mittelpunkte

der Erde geht, und nur da oben, wo es weiter von der Erde hinweg nach den Sternen hinausgeht. Ueberall auf der Erde aber haben Menschen und Thiere die Erde unter ihren Füßen und den Himmel voll Licht und Sternen über ihren Häuptern.

5. Da die Erdoberfläche ihre Beleuchtung von der Sonne empfängt, so bringt es ihre Kugelgestalt mit sich, daß die eine Hälfte vollkommen im Lichte und die andere im Schatten ist: die Lichtseite hat Tag und die Schattenseite hat Nacht. Beide Räume sind einander völlig gleich. An der Grenze, wo die erhellte und dunkle Halbkugel sich berühren, ist Dämmerung, und zwar Abenddämmerung an der östlichen Grenze der erhellten Halbkugel, und Morgendämmerung an der entgegengesetzten westlichen Grenze der erhellten Halbkugel. Da nun die Erde nicht unbeweglich still steht, sondern in 24 Stunden sich von West gegen Ost um ihre Achse dreht, so tritt auch jeder Ort ihrer Oberfläche in dieser Zeit einmal in die Lichtseite und erhält Tag, und einmal in die Schattenseite und erhält Nacht.

Da die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Achse in der Richtung von West gegen Ost geschieht, so tritt jeder östlichere Punkt, Ort, Land- oder Meeresstrich früher in die Sonnenstralen, als ein westlicher, aber auch früher wieder aus denselben, oder: er hat die Tageszeiten eher als ein Ort, der westlicher liegt. Alle Orte aber, welche unter gleichem Längegrade liegen, haben auch die Tageszeiten gemeinschaftlich.

Bei der täglichen Umdrehung der Erde beschreibt jeder Theil ihrer Oberfläche einen Kreis, die Pole selbst ausgenommen. Daraus ergibt sich nun folgendes: Beschreibt jeder Punkt der Erdoberfläche in 24 Stunden einen Kreis oder 360°; so beschreibt er in einer Stunde 15°, in einer Fünfzehntelstunde

oder in 4 Minuten 1°. Daraus geht nun hervor: Jeder Ort, welcher um einen Grad weiter ostwärts liegt als ein anderer, kommt um 4 Minuten früher in die Lichtseite und dann auch um 4 Minuten früher in die Schattenseite, hat also um 4 Minuten eher Tag und Nacht; und umgekehrt: ein Ort, welcher um 4 Minuten eher Tag hat als ein anderer, liegt um einen Grad weiter ostwärts als dieser. Allgemein ausgedrückt: ein Ort hat um sovielmal 4 Minuten früher Tag als ein anderer, als er Grade weiter ostwärts liegt. Und umgekehrt: ein Ort liegt so viel Grad weiter östlich, sovielmal 4 Minuten ihm die Sonne früher aufgeht, z. B. Hamburg liegt 7° östlicher als Paris, hat also 7 mal 4 (28) Minuten eher Morgen; wenn es in Paris 12 Uhr ist, sind in Hamburg schon 28 Minuten darüber. Petersburg hat 48° östl. L., Paris 20° und Philadelphia 202°; wie viel Uhr ist es in Petersburg und Philadelphia, wenn es in Paris Mittags 12 Uhr ist?

## §. 7.

## Jährliche Bewegung der Erde.

1. Es ist bereits bei 3 und 6 in §. 1 von einer jährlichen Bewegung der Sonne von West gegen Ost die Rede gewesen und auf die allgemeinsten daraus entspringenden Erscheinungen hingewiesen worden. Ohne zu bestimmen, ob diese Bewegung der Sonne in der That statt finde, oder ob sie, wie ihre tägliche Bewegung eine blos scheinbare sei, soll vorerst nur die Bahn, in welcher diese Bewegung vor sich geht, etwas genauer bezeichnet werden.

Hiezu aber ist hauptsächlich erforderlich, daß die Punkte, in welchen die Sonne bei der Tag- und Nachtgleiche und der Sonnenwende steht, genauer angegeben werden, weil durch diese sich erst die Sonnenbahn und ihre Lage bestimmen läßt.

Der Punkt des Aequators, in welchen die Sonne am 21. März tritt, heißt der Frühlingspunkt, (Frühlingsäquinoktium), weil alsdann für uns auf der nördlichen Erdhälfte der Frühling beginnt. Er liegt im Sternbilde des Widders. Die Sonne geht an diesem Tage mit diesem Sternbilde gleichzeitig auf und unter, und bewegt sich während des Tages im Aequator scheinbar von Ost gegen West. Von diesem Punkte an rückt die Sonne täglich um fast einen Grad weiter östlich, und entfernt sich dabei nördlich vom Aequator, indem die Sonnenhöhe zur Mittagszeit täglich zunimmt. Nach etwa 30 Tagen geht die Sonne in dem Sternbilde des Stieres auf und unter, während der Widder bei Sonnenaufgang fast 30° über dem Horizonte steht. Die Sonne rückt in dem Zeichen des Stiers weiter, bis sie nach ungefähr 30 Tagen das Sternbild der Zwillinge erreicht und am 21. Juni im Sternbilde des Krebses ankommt. Beobachtungen, welche man zur Mittagszeit anstellt, zeigen, daß der Abstand der Sonne vom Aequator an diesem Tage 23½° nach Norden betrage. Der Punkt am Himmel, in welchem sie diesen Abstand erreicht, heißt die Sommersonnenwende (Sommersolstitium), und der Kreis, welcher durch diesen Punkt, gleichlaufend mit dem Aequator gezogen ist, der Wendekreis des Krebses.

Die Sonne rückt in dem Sternbilde des Krebses weiter gegen Ost, aber sich dem Aequator nähernd, und kommt in die Sternbilder des Löwen, der Jungfrau und der Waage. In dem letzten Sternbilde erreicht sie am 23. September den Aequator

wieder. Dieser Punkt heißt der **Herbstpunkt** (Herbstäquinoktium). Er ist 180° von dem Frühlingspunkt und 90° von der Sommersonnenwende entfernt. Die Sonne geht mit dem Sternbilde der Waage auf und unter, und beschreibt den Aequator als ihren Tagkreis.

Von nun an entfernt sich die Sonne täglich weiter nach Süden von dem Aequator und die Sonnenhöhe zur Mittagszeit wird immer kleiner. Dabei geht sie in ihrer östlichen Bewegung durch die Sternbilder des Skorpions, des Schützen und des Steinbocks, in welchem letztern Sternbilde sie am 21. Dezember ihre größte Entfernung vom Aequator nach Süden erreicht. Dieser südlichste Punkt in der Sonnenbahn, welcher nach vielen Beobachtungen $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Aequator absteht, heißt die **Windersonnenwende** (Wintersolstitium), und der Kreis, welcher durch ihn und gleichlaufend mit dem Aequator gezogen ist, der **Wendekreis des Steinbocks**. Dieser Punkt ist der Sommersonnenwende gerade entgegengesetzt, also 180° von ihr entfernt, und steht von jedem Nachtgleichenpunkt 90° ab.

Von diesem Punkte an geht die Sonne auf ihrer Bahn östlich und sich dem Aequator nähernd, durch die Sternbilder des Wassermanns und der Fische und langt am 21. März wieder am Frühlingspunkte im Widder an.

Denkt man sich nun diese 4 Punkte mit einander durch eine kreisförmige Linie verbunden, so erhält man die **Sonnenbahn** oder **Ekliptik**. Dieselbe liegt gegen den Aequator geneigt und schneidet ihn in den Nachtgleichenpunkten, wobei sie mit ihm einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bildet. Durch die 12 Sternbilder wird die Sonnenbahn in 12 Theile getheilt. Diese, sowie die Sternbilder selbst, kommen, vom Frühlings-

punkte angefangen, in folgender Ordnung: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Die sechs ersten liegen nördlich, die sechs letzten südlich vom Aequator des Himmels.

2. Aus den Beobachtungen der Sonne während eines Jahres scheint es uns nun, als ob dieselbe ihren Jahreslauf in der beschriebenen Bahn um die im Mittelpunkte ruhende Erde vollende. Allein so wie die tägliche Bewegung der Sonne nur eine scheinbare ist, welche durch die wirkliche Achsendrehung der Erde verursacht wird, so ist im Grunde auch der Jahreslauf der Sonne nur scheinbar, der durch die Bewegung der Erde um die feststehende Sonne hervorgebracht wird. Zwar können wir die Bewegung der Erde um die Sonne nicht an Gegenständen auf der Erde selbst wahrnehmen, wohl aber können wir dieselbe an den Sternen des Himmels erkennen, die uns gleichsam als die Grenzpunkte dieser Bahn erscheinen. Nehmen wir an, die Sonne steht im Mittelpunkte der Ekliptik unbeweglich und die Erde bewege sich in dieser Bahn von West gegen Ost, so werden wir ganz die nämlichen Erscheinungen haben, welche in 1 §. 7 angegeben sind, indem uns die Sonne stets in demjenigen Sternbilde erscheint, welches, von der Erde aus gesehen, auf der entgegengesetzten Seite der Sonne also gleichsam hinter der Sonne steht. Wenn daher bei Frühlingsanfang die Sonne im Zeichen des Widders erscheint, so steht die Erde im entgegengesetzten Punkt der Ekliptik, von der Sonne aus betrachtet, im Zeichen der Waage. Erscheint die Sonne am 21. Juni im Zeichen des Krebses, so steht dafür die Erde im Steinbock; sehen wir die Sonne am 23. September in der Waage, so steht die Erde, von der Sonne aus gesehen, im

Widder, und sehen wir die Sonne am 21. Dezember im Steinbock, so ist die Erde im Krebs, von der Sonne aus gesehen. Während sich daher die Sonne vom Frühlingspunkte nördlich nach der Sommersonnenwende, von dieser südlich zum Herbstpunkte bis zur Wintersonnenwende und wieder zum Frühlingspunkte scheinbar fortbewegt, rückt die Erde in ihrer Bahn in der That vom Herbstpunkte nach der Wintersonnenwende, von dieser zum Frühlingspunkte, dann zur Sommersonnenwende und endlich zum Herbstpunkte fort; wodurch ein Jahreslauf vollendet ist.

Da nun ganz die nämlichen Erscheinungen stattfinden, wenn wir annehmen die Erde bewege sich um die im Mittelpunkte ihrer Bahn stehende Sonne, als wenn die Sonne ihren Jahreslauf um die Erde macht, so fragt es sich: welche Gründe haben wir zur Annahme dieser Bewegung? a. Die Sonne ist eine und eine halbe Million mal größer als unsere Erde. Es ist darum nicht nur einfacher, sondern es liegt auch schon in der Wirkungsart der Schwerkraft, daß der kleinere Körper sich um den größeren bewege. — b. Die Sonne ist die Ursache des Lichtes und der Wärme, nicht nur für unsere Erde, sondern auch für andere, dieser ähnliche Himmelskörper, für die Planeten und Kometen. Von diesen Himmelskörpern aber wissen die Sternkundigen gewiß, daß sie sich um die Sonne als um ihren Mittelpunkt bewegen. Daraus schließen wir nun, daß sich auch unsere Erde um die Sonne bewege. — c. Auch aus der täglichen Bewegung der Erde schließen wir auf eine jährliche Bewegung derselben; denn die Erde, welche bei ihrer Entstehung durch irgend eine äußere Kraft die drehende Bewegung erhalten hat, wird durch keine andere äußere Kraft an ihrer Stelle im Weltraume festgehalten.

3. Indeß ist die jährliche Bewegung der Erde viel schneller als die tägliche, indem die Erde in einer Minute 240 Meilen, in einer Sekunde also 4 Meilen weit fortrollt. Die ganze Bahn aber beträgt 131 Millionen Meilen. Dieselben legt die Erde in 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten und 45 Sekunden, oder in 365¼ Tag zurück. Diese ungeheure Bahn ist, wie die Sternkundigen mit Bestimmtheit wissen und es durch Berechnung dargethan haben, nicht kreisrund, sondern sie bildet eine Ellipse, hat also einen größten und einen kleinsten Durchmesser. Eine solche erhält man, wenn man einen Kegel schief gegen seine Achse durchschneidet. Auf dem großen Durchmesser im Brennpunkte der Ekliptik steht die Sonne; daher ist die Erde auf ihrer Bahn nicht immer in gleicher Entfernung von der Sonne, und man unterscheidet Sonnennähe und Sonnenferne; erstere fällt in unsern Winter, letztere in unsern Sommer. Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 20 Millionen Meilen. Da die Ursache der Bewegung in der Sonne liegt, so ist bei der ungleichen Entfernung der Erde von der Sonne auch die Geschwindigkeit der Erde nicht gleich. Sie bewegt sich schneller in der Sonnennähe und langsamer in der Sonnenferne.

Die Erdbahn steht nicht senkrecht auf der Erdachse wie der Aequator, sondern schief, so daß sie mit derselben einen Winkel von 66½° bildet; die Erdbahn weicht also in ihrer Lage um 23½° ab von dem Aequator uud durchschneidet denselben in den Nachtgleichenpunkten. Stünde die Erdbahn senkrecht auf der Erdachse, so fiele sie mit dem Aequator zusammen. Alsdann müßte die Sonne beständig über dem Aequator senkrecht stehen und Tag und Nacht wären immerwährend gleich. Hätte die Erdbahn gleiche Lage mit der Erdachse, so würde die Sonne an allen Orten bis zu den Polen hin einmal im Jahre senkrecht stehen.

Indem die Erde sich in ihrer Bahn um die Sonne bewegt, behält die Erdachse immer dieselbe Richtung gegen die Himmelspole und dieselbe Neigung gegen die Erdbahn bei. Diese sich immer gleichbleibende Richtung der Erdachse gegen die Erdbahn ist der Grund von dem Wechsel der Jahreszeiten und der verschiedenen Beleuchtung der Erde in den Jahreszeiten.

4. Bei dieser doppelten Bewegung der Erde kann, zufolge ihrer Kugelgestalt, nur die eine Hälfte erleuchtet werden, während die andere im Schatten liegt oder Nacht hat. Die Sonne steht dabei immer im Zenith der erleuchteten Hälfte d. i. stets 90° von der Grenze der Licht- und Schattenseite entfernt. So wie nun die Erde ihre Stellung gegen die Sonne ändert, so muß auch die Lichtgrenze über andere Orte der Erde gehen.

Wenn die Sonne am 21. März in den Frühlingspunkt tritt, so liegt der Erdäquator genau senkrecht unter der Sonne. Die Grenze der Beleuchtung geht daher genau durch die beiden Pole und theilt alle Parallelkreise in 2 völlig gleiche Theile, wovon der eine Theil in der Licht-, der andere in der Schattenhälfte liegt, jener heißt der Tagbogen, dieser der Nachtbogen. Es ist also an diesem Tage für die ganze Erde Tag und Nacht gleich. Von diesem Tage an rückt die Erde in ihrer Bahn täglich weiter östlich durch die Zeichen der Waage, des Skorpions und des Schützen zum Steinbock, daher die Sonne in den Zeichen des Widders, des Stiers, und der Zwillinge scheinbar weiter rückt zum Krebse und sich zugleich in ihrem senkrechten Stande vom Aequator mehr nördlich entfernt. Dadurch werden die Tag- und Nachtbogen immer ungleicher, mithin auch die Tage und Nächte. Es nehmen auf der nördlichen Erdhälfte die Tage zu

und die Nächte ab; auf der südlichen die Tage ab und die Nächte zu. Für die nördliche Erdhälfte ist dieses Vierteljahr Frühling, für die südliche Herbst.

Am 21. Juni hat die Erde den südlichsten Punkt ihrer Bahn vom Aequator erreicht, und die Sonne erscheint in ihrem senkrechten Stande $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich vom Erdäquator, nämlich über dem Wendekreise des Krebses. Die Grenze der Beleuchtung geht an der Erde an diesem Tage $23\frac{1}{2}^{\circ}$ unter dem Nordpol und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Südpol der Erde hinweg, so daß bei der täglichen Umdrehung der Nordpol beständig im Lichte und der Südpol beständig im Schatten bleibt. Auf der nördlichen Erdhälfte ist der Tag am längsten, auf der südlichen die Nacht.

Der 21. Juni ist für die nördliche Erdhälfte der Anfang des Sommers, für die südliche der Anfang des Winters; auf jener nehmen von jetzt an die Tage ab und die Nächte zu, auf dieser nehmen die Tage zu und die Nächte ab. Dieses Vierteljahr ist für die nördliche Halbkugel der Sommer, für die südliche der Winter. Die Erde bewegt sich durch die Zeichen des Steinbocks, des Wassermanns und der Fische zum Frühlingspunkte, während die Sonne scheinbar durch die Zeichen des Krebses, des Löwen und der Jungfrau zum Herbstpunkt fortrückt.

Am 23. September erreicht die Erde den Aequinoktialpunkt, die Sonne steht im Aequator und Tag und Nacht sind für die ganze Erde gleich. Allein die Erde bewegt sich in ihrer Bahn weiter durch die Zeichen des Widders, des Stiers und der Zwillinge zum Krebs, während die Sonne scheinbar durch die Zeichen der Waage, des Skorpions und des Schützen rückt und am 21. Dezember ihre größte Abweichung vom Erdäquator nach Süden erreicht hat. Während dieser Zeit nehmen auf der nörd-

lichen Erdhälfte die Tage stets mehr ab und die Nächte zu, auf der südlichen dagegen die Tage zu und die Nächte ab. Der 23. September ist daher für die nördliche Halbkugel der Herbstanfang und für die südliche Halbkugel der Frühlingsanfang.

Am 21. Dezember steht die Erde im nördlichsten Punkte ihrer Bahn, und deßhalb die Sonne 23½° südlich vom Erdäquator, nämlich senkrecht auf dem Wendekreise des Steinbocks. Nun ist der Südpol 23½° über und der Nordpol 23½° unter der Beleuchtungsgrenze, so daß während der täglichen Achsendrehung der Erde an jenem beständig Tag, an diesem beständig Nacht ist. Auf der nördlichen Halbkugel ist der kürzeste Tag und Wintersanfang, auf der südlichen der längste Tag und Sommersanfang. Auf der nördlichen Halbkugel nehmen die Tage wieder zu, auf der südlichen nehmen sie ab, bis sie am 21. März abermals gleich sind. Die Erde bewegt sich in ihrer Bahn durch die Zeichen des Löwen, der Jungfrau und der Waage, während die Sonne durch den Wassermann und die Fische rückt und am 21. März im Frühlingspunkte im Widder ankommt.

Am 21. März ist das Sonnenjahr vollendet, welches 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten, 45 Sekunden lang ist. Dasselbe wird nach der Lage der Erdbahn in das Sommer- und Winterhalbjahr eingetheilt; jenes besteht aus dem Frühling und Sommer, dieses aus dem Herbste und Winter. Da die Erde sich schneller bewegt, wenn sie der Sonne näher ist und langsamer, wenn sie weiter von derselben absteht, und da die Sonnennähe in unsern Winter und die Sonnenferne in unsern Sommer fällt, so ist unser Sommerhalbjahr um etwa 8 Tage länger als unser Winterhalbjahr. Auf der südlichen Halbkugel ist es umgekehrt.

Die 6 Stunden, welche das Sonnenjahr größer ist als das bürgerliche, machen in 4 Jahren einen Tag aus, welcher alsdann in dem bürgerlichen Jahre eingeschaltet wird, wodurch es 366 Tage erhält. Man nennt ein solches Jahr ein Schaltjahr.

5. Während eines Sonnenjahres bleiben unter dem Aequator die Tage und Nächte fast gleich lang; beide haben 12 Stunden. Je weiter man aber gegen einen der Pole geht, desto ungleicher werden die Tage und Nächte. In unserer Gegend, ungefähr unter dem 50° Nordbreite ist der längste Tag 16 Stunden lang. An einem der Polarkreise aber ist der längste Tag 24 Stunden lang, d. h. während 24 Stunden geht die Sonne dort nicht unter den Horizont. Von dem Polarkreis nach dem Pole wird die Ungleichheit noch größer und an dem Pole selbst ist es ½ Jahr ununterbrochen Tag und ½ Jahr ununterbrochen Nacht.

Zur genauern Uebersicht der Lichtvertheilung und der Zunahme der Tageslänge nach den Polen hin, dient folgende Abtheilung der Erde. Man nennt diese Abtheilungen Lichtklimate und hat ihrer 30.

| Klima. | Breite. | Längster Tag. | — | Klima. | Breite. | längster Tag. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 8°,6 = | 12,5 St. | — | 12. | 58°,5 = | 18,0 St. |
| 2. | 16°,7 = | 13,0 „ | — | 13. | 60°,0 = | 18,5 „ |
| 3. | 24°,5 = | 13,5 „ | — | 14. | 61°,3 = | 19,0 „ |
| 4. | 30°,8 = | 14,0 „ | — | 15. | 62°,4 = | 19,5 „ |
| 5. | 36°,5 = | 14,5 „ | — | 16. | 63°,4 = | 20,0 „ |
| 6. | 41°,4 = | 15,0 „ | — | 17. | 64°,2 = | 20,5 „ |
| 7. | 45°,5 = | 15,5 „ | — | 18. | 64°,8 = | 21,0 „ |
| 8. | 49°,0 = | 16,0 „ | — | 19. | 65°,4 = | 21,5 „ |
| 9. | 52°,0 = | 16,5 „ | — | 20. | 65°,8 = | 22,0 „ |
| 10. | 54°,5 = | 17,0 „ | — | 21. | 66°,1 = | 22,5 „ |
| 11. | 56°,6 = | 17,5 „ | — | 22. | 66°,3 = | 23,0 „ |

| Klima. | Breite. | Längster Tag. | — | Klima. | Breite. | Längster Tag |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23. | 66°,4 | 23,5 St. | — | 27. | 72°,5 | 3 Monat |
| 24. | 66°,5 | 24,0 „ | — | 28. | 78°,2 | 4 „ |
| 25. | 67°,3 | 1 Monat | — | 29. | 83°,9 | 5 „ |
| 26. | 69°,7 | 2 „ | — | 30. | 90°,0 | 6 „ |

6. So ungleich auch die Länge der Tage und Nächte in den verschiedenen Gegenden der Erde während des Jahres sind, so hat doch jeder Ort nach Verlauf eines Jahres genau ½ Jahr Tag und ½ Jahr lang Nacht gehabt. Nicht so gleich vertheilt ist die Wärme, welche durch das Sonnenlicht auf der Erde bewirkt wird, denn diese hängt hauptsächlich von der Schiefe ab, unter welcher die Sonnenstralen auffallen. Je senkrechter sie auffallen, desto wärmer, je schiefer sie die Erde treffen, desto kälter ist es in einer Gegend. Daher ist es unter dem Aequator und in seiner Nähe am wärmsten und wird nach den Polen hin kälter. Je höher man ferner in der Atmosphäre steigt, desto kälter wird es, bis man endlich an eine Stelle kommt, an welcher der Schnee das ganze Jahr hindurch nicht mehr wegschmilzt. Diese Grenze heißt die **Schneegrenze** und ist am Aequator am höchsten über der Meeresfläche; nach den Polen hin senkt sie sich, bis sie endlich mit der Meeresfläche zusammenfällt. Die Höhe der Schneegrenze ist für die nördliche Halbkugel der Erde folgende:

| | | |
|---|---|---|
| in der Breite | 0° | 15,000 Fuß, |
| „ „ „ | 10° | 14,800 „ |
| „ „ „ | 20° | 14,200 „ |
| „ „ „ | 30° | 13,500 „ |
| „ „ „ | 40° | 9,860 „ |
| „ „ „ | 45° | 8,500 „ |
| „ „ „ | 50° | 6,000 „ |
| „ „ „ | 60° | 5,140 „ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| in der Breite | 66°,5 | 4,014 | Fuß. |
| " " " | 70° | 3,400 | " |
| " " " | 80° | 100 | " |

Man nennt die von 10 zu 10 Grad gemachten Abtheilungen der nördlichen Halbkugel nach der Wärme die Wärmeklimate. Da es auf der südlichen Halbkugel überhaupt kälter ist als auf der nördlichen, so findet dort eine andere Eintheilung statt.

## §. 8.

## Die Zonen und ihre Eigenthümlichkeiten.

Durch die beiden Wendekreise und die beiden Polarkreise wird die Erde in 5 große Streifen getheilt, welche man Erdgürtel oder Zonen nennt. Dieselben haben ihre Namen von dem in ihnen herrschenden Klima; man unterscheidet daher eine heiße, zwei kalte und zwei gemäßigte Zonen.

1. Die heiße Zone liegt zwischen den beiden Wendekreisen mit dem Aequator in der Mitte. Sie ist 47 Grad oder 705 geographische Meilen breit; ihr Flächeninhalt ist 0,4 von dem der ganzen Erde. In ihr liegen ganz Mittelafrika, als: Senegambien, Guinea, Kongo, Nigritien, Abyssinien, Zanquebar, Mossambique, Monomotapa, Madagaskar, nebst andern Inseln; von Asien: das südliche Arabien, Ostindien, die ostindischen Inseln; von Australien: der größte Theil Neuhollands und die meisten australischen Inseln; von Amerika: das südliche Mexico,

Westindien, Mittelamerika, Columbia, Peru, Bolivia, Brasilien und Guyana.

Die Sonne steht in der heißen Zone senkrecht oder doch fast senkrecht; daher die große Hitze. Jedem Orte (die an den Wendekreisen ausgenommen) geht die Sonne zweimal des Jahrs zur Mittagszeit über das Haupt weg; alsdann werfen die Menschen keinen Schatten, und sie heißen Schattenlose. An den übrigen Tagen des Jahres steht ihnen die Sonne entweder im Norden oder im Süden; darum heißen sie auch Zweischattige. Die Tage und Nächte sind das ganze Jahr hindurch fast gleich, und an den Wendekreisen selbst ist der längste Tag 13½ Stunden und die kürzeste Nacht 10½ Stunden lang.

Nach dem Stande der Sonne kommt unter dem Aequator jede Jahreszeit zweimal vor, weil sich die Sonne zweimal entfernt und zweimal nähert; zwischen dem Aequator und den Wendekreisen gibt es zwei Sommer, 2 Frühlinge, aber nur einen Herbst und nur einen Winter, weil die Sonne für diese Gegenden nur einmal am weitesten entfernt sein kann. Nach der herrschenden Witterung aber gibt es nur zwei Jahreszeiten, die trockene und die Regenzeit; jene dauert 7 bis 8, diese 4 bis 5 Monate.

Die Sommer sind ungemein heiß und trocken. Der Winter, welcher immer noch sehr warm ist, besteht blos in der Zeit des anhaltenden Regens, durch welchen die erhitzte Luft nicht allein abgekühlt wird, sondern auch die Erde wieder Feuchtigkeit erhält um eine zweite Erndte hervorzubringen. Schnee und Frost findet man nur auf ganz hohen Bergen. Herbst und Frühling sind nur ganz kurz, kaum einige Tage dauernd, indem der Uebergang von der Regenzeit zum Sommer und umgekehrt

schnell vorübergehend ist. Die Regenzeit dauert mehrere Monate und fällt in die Zeit, in welcher die Sonnenstralen senkrecht oder doch fast senkrecht auffallen. Für die Gegenden nördlich vom Aequator tritt sie vom April bis November ein, und die trockene Jahreszeit dauert vom November bis April. Für die südlichen Gegenden ist es umgekehrt. Außer der Regenzeit tragen aber auch folgende Umstände zur Milderung der großen Hitze bei. Die fast beständige Tag- und Nachtgleiche; denn während der fast zwölfstündigen Nächte, in welchen es gewöhnlich sehr stark thaut, wird die Hitze bedeutend abgekühlt. Die starken Ausdünstungen der Meere, so wie die hohen Gebirge durch ihre Schatten und oft ewigen Schnee kühlen die Luft ab. Die beständigen Ostwinde, welche durch die Strömungen der kältern Luft aus den Polargegenden her, und durch den Umschwung der Erde hervorgebracht werden, mildern die Hitze sehr.

2. Die beiden gemäßigten Zonen. Jede hat 43° oder 645 geographische Meilen Breite; sie haben zusammen 0,5 von dem Flächeninhalt der ganzen Erde. In der nördlichen gemäßigten Zone, welche zwischen dem Wendekreis des Krebses und dem nördlichen Polarkreise liegt, ist das meiste Land. Dahin gehören: fast ganz Europa, der größte Theil von Asien, der nördliche Theil von Afrika, der größte Theil Nordamerikas und viele Inseln. Die südliche gemäßigte Zone reicht vom Wendekreis des Steinbocks bis zum südlichen Polarkreis. In ihr liegen das südliche Amerika, das südliche Afrika, das südliche Neuholland nebst mehreren Inseln.

In den gemäßigten Zonen fallen die Sonnenstralen nirgends senkrecht, sondern immer schief, und desto schiefer, je näher ein Land an dem Polarkreise liegt.

Es ist in denselben nicht so heiß, als in der heißen Zone, und nicht so kalt als nach den Polen zu. Der jährliche Unterschied der Tag- und Nachtlängen ist größer als in der heißen Zone, jedoch wird der Tag nicht über 24 Stunden lang. Die 4 Jahreszeiten wechseln regelmäßig mit einander ab, während in der heißen Zone der Sommer, in der kalten der Winter herrscht. Indeß haben die beiden gemäßigten Zonen die Jahrszeiten und Tagslängen entgegengesetzt. Die Länder in der Nähe der heißen Zone haben große Hitze; nach den Polarkreisen zu nimmt diese ab, und in der Nähe derselben herrscht große Kälte. Indeß ist es in der südlichen gemäßigten Zone kälter als unter gleichen Breitegraden in der nördlichen.

Die Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone sehen die Mittagssonne stets gegen Süden; ihr Mittagsschatten fällt daher gegen Norden. Die Bewohner der südlichen gemäßigten Zone dagegen sehen die Mittagssonne gegen Norden und werfen ihren Mittagsschatten gegen Süden. Darum heißen die Bewohner der gemäßigten Zonen Einschattige.

3. Die beiden kalten Zonen. Jede derselben liegt um einen der Pole und ist von einem Polarkreise begrenzt. Ihre Größe beträgt 0,1 vom Flächeninhalt der Erde. In der nördlichen kalten Zone liegen: von Europa: die Nordküste Island's, Lappland und Spitzbergen; von Asien: die Nordküste Sibiriens, Nova Zembla und mehrere Inseln; von Amerika: die nördlichen Polarländer am Eismeere, die Baffinsbai und der größte Theil von Grönland. In der südlichen kalten Zone liegen: die Peters- und Alexandersinsel nebst einem großen unwirthbaren Lande, welches 1831 der Kapitän Biscoe entdeckt haben soll.

In den kalten Zonen herrscht die größte Ungleichheit der Tage. An dem Polarkreise beträgt der längste

Tag 24 Stunden; nach dem Pole hin nimmt er zu, bis er am Pole selbst 6 Monate lang wird. Eben so lang ist in der entgegengesetzten Jahreszeit auch die längste Nacht. Indeß werden die langen Polarnächte doch sehr abgekürzt durch die Dämmerung, welche als Morgendämmerung anfängt, wenn die Sonne noch 18° unter dem Horizonte ist, und als Abenddämmerung erst aufhört, wenn die Sonne 18° unter den Horizont gesunken ist. Daher beginnt die eigentliche Nacht erst am 12. November und endigt am 29. Januar, das andere ist Dämmerung. Außerdem werden die langen Nächte durch den anhaltenden Mondschein, durch den Schimmer des Schnees und durch den Schein der starken und häufigen Nordlichter erhellt.

Während des langen Tages bewegt sich die Sonne niedrig am Horizonte in 24 Stunden um die Bewohner der kalten Zone herum. Darum beschreibt auch ihr Schatten in 24 Stunden einen Kreis um sie herum. Man nennt daher die Bewohner der Polarländer Umschattige.

Da die Sonne ihre Stralen so schief in die Polargegenden wirft, so erwärmt sie das Land nur wenig. Es herrscht daher in ihnen die grimmigste Kälte den größten Theil des Jahres hindurch. Der Winter dauert über ³/₄ Jahre und die Erde ist mit Schnee und Eis bedeckt. Ungeheuere Eismassen schwimmen als Treibeis auf dem Meere, oder es ist ganz zugefroren, so daß man auf demselbon, wie auf dem Lande hinweg gehen kann. Der Sommer ist sehr kurz, dabei auf einige Zeit so heiß, daß die Sonnenstralen das Theer an den Schiffen schmelzen. Denn obgleich das Sonnenlicht so schief auffällt, so entwickelt es durch seine fortdauernde Einwirkung in den langen Tagen doch eine bedeutende Hitze.

4. Betrachten wir nun noch die Bewohner der Erde hinsichtlich ihrer Lage gegen einander, so unterscheiden wir Nebenwohner, Gegenwohner, und Gegenfüßler.

Die Nebenwohner wohnen auf der nämlichen Halbkugel auf gleicher Breite, aber unter entgegengesetzter (um 180° verschiedener) Länge. Sie haben gleiche Jahreszeiten, Tageslängen, aber entgegengesetzte Tageszeiten, z. B. die Nebenwohner von 29° östl. Lg. und 49½° nördl. Br. sind 209° östl. Lg. und 49½° nördl. Br.

Die Gegenwohner wohnen auf entgegengesetzten Halbkugeln unter dem nämlichen Grade der Breite und unter gleicher Länge. Sie haben gleiche Tageszeiten, aber entgegengesetzte Jahreszeiten und entgegengesetzte Tageslängen, z. B. die Gegenwohner von 29° östl. Lg. und 49½° nördl. Br. sind 29° östl. Lg. und 49½° südl. Br.

Die Gegenfüßler wohnen auf entgegengesetzten Halbkugeln unter der nämlichen Breite, aber unter entgegengesetzter (um 180° verschiedener) Länge. Sie haben entgegengesetzte Jahreszeiten, entgegengesetzte Tageslängen und entgegengesetzte Tageszeiten, z. B. die Gegenfüßler von 29° östl. Lg. und 49½° nördl. Br. sind 29+180=209° östl. Lg. und 49½° südl. Brt.

## II. Kapitel.

# Der Mond als Begleiter der Erde.

---

### §. 9.

### Lichtwechsel, Bewegung, Entfernung und Größe des Mondes.

1. Lichtwechsel. Der Mond, welcher mit seinem hellen Schimmer unsere Nächte erhellt und dem Wanderer nach Hause leuchtet, erregt vor allen andern Gestirnen des nächtlichen Himmels unsere Bewunderung. Vorzüglich aber ist es der in gleichen Zwischenräumen stets wiederkehrende Wechsel seines Lichtes, welcher unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, und unsere Wißbegierde anregt.

An bestimmten Abenden sehen wir den Mond bei Sonnenuntergang am östlichen Himmel als eine volle, erleuchtete Scheibe aufgehen, welche sich während der Nacht in einem Bogen gegen West bewegt und des Morgens bei Sonnenaufgang in Westen untergehet. Wir nennen ihn alsdann Vollmond.

Von diesem Tage an geht der Mond an jedem folgenden Tage später auf und erscheint kleiner, bis

er nach etwa $7\,^{2}/_{5}$ Tagen erst um Mitternacht aufgeht und uns die linke halbe Scheibe erleuchtet zeigt; wir sagen es ist das letzte Viertel.

Von Tag zu Tag wird uns der helle Theil des Mondes kleiner, bis wir nach einigen Tagen, kurz vor Sonnenaufgang am linken Rande des Mondes nur noch einen bogenförmigen, erleuchteten Ausschnitt erblicken. Allein auch dieser verschwindet allmählig, so daß wir nach ungefähr $14\,^{4}/_{5}$ Tagen, vom Vollmonde an gerechnet, den Mond gar nicht mehr sehen. Wir sagen alsdann: es ist Neumond. Der Mond geht alsdann mit der Sonne auf und mit derselben unter.

Nach ein Paar Tagen erblicken wir am westlichen Himmel, bald nach Sonnenuntergang, wieder einen bogenförmigen, erleuchteten Ausschnitt, aber am rechten Rande des Mondes. Derselbe wird täglich größer, bis er nach $22\,^{1}/_{5}$ Tagen, vom Vollmonde an, uns als eine halbe lichte Scheibe erscheint. Wir nennen dieses das erste Viertel. Der Mond steht alsdann bei Sonnenuntergang in unserm Meridian und geht erst um Mitternacht unter. Die lichte Fläche nimmt täglich zu, bis wir nach etwa $29\,^{1}/_{2}$ Tagen wieder Vollmond haben.

Die 7 Tage von einem Lichtwechsel zum andern heißen wir eine Woche, die Zeit aber von einem Vollmonde zum andern einen Monat.

2. Bewegung des Mondes. Während wir an dem Monde diesen Lichtwechsel wahrnehmen, scheint er sich täglich von Ost gegen West um die Erde zu bewegen. Er geht daher täglich auf und unter; nur können wir ihn am Tage wegen des hellen Sonnenlichtes nicht wahrnehmen. Diese Bewegung hat der Mond mit den Sternen gemein. Indeß ist sie, wie bei den Sternen auch nur scheinbar,

und wird durch die tägliche Achsendrehung der Erde hervorgebracht.

Allein der Mond geht uns nicht an jedem Tage zu der nämlichen Stunde und bei dem nämlichen Sterne auf und unter. Wenn er uns heute als Vollmond des Abends um 4 Uhr aufgeht, so geht er am zweiten Tage nicht mehr um 4 Uhr auf, sondern erst um 4 Uhr und ungefähr 50 Minuten; am dritten Tage wieder um 50 Minuten später, also um 5 Uhr und 40 Minuten, und so jeden folgenden Tag um 50 Minuten später. Zugleich aber entfernt er sich auch von dem Sterne, bei welchem man ihn als Vollmond erblickte, von West gegen Ost täglich um 13°. Wenn er daher im Vollmonde bei einem gewissen Sterne steht, so steht er im letzten Viertel um 90° ostwärts von demselben, und geht um 6 Stunden später auf; im Neumond steht er 180° weiter ostwärts, und geht um 12 Stunden später auf, und erst im Vollmonde sehen wir ihn wieder bei demselben Sterne auf- und untergehen. Der Mond bewegte sich nämlich während seines Lichtwechsels von West gegen Ost unter den Sternen hinweg um die Erde. Dieses ist die monatliche Bewegung des Mondes.

Indeß ist die Zeit, in welcher der Mond diese Bewegung vollendet, etwas verschieden, je nachdem man die Sache ansieht. Die Zeit, welche der Mond braucht, um in seiner Bewegung wieder zu demjenigen Sterne zurückzukehren, bei welchem er zu einer bestimmten Zeit stand, heißt sein periodischer Lauf. Er vollendet denselben in $27\frac{1}{3}$ Tagen (genauer in 27 Tagen, 7 Stunden, 43 Minuten und 47 Sekunden), und beschreibt dabei einen Kreis von 360°. Aber die Erde ist indeß in ihrer Bahn weiter gerückt. Deßhalb muß sich der Mond noch um etwa 27° weiter bewegen, bis er uns

wieder als Neumond erscheint; wozu 2 Tage und 5 Stunden erforderlich sind. Wir nennen die Zeit von einem Neumonde zum andern den synodischen Lauf des Mondes. Derselbe währet 29 ½ Tage, (genauer 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 3 Sekunden). Zwölf solcher synodischen Umläufe oder Monate machen ein Mondjahr von etwa 354 Tagen, (genauer 354 Tagen, 8 Stunden, 48 Minuten und 36 Sekunden). Dieses Mondjahr ist beiläufig um 11 Tage kürzer als das Sonnenjahr.

Man nennt in der Zeitrechnung den Unterschied zwischen einem Sonnenjahre und einem Mondjahre das Mondsalter (die Epakten). Wegen dieses Unterschiedes zwischen dem Mondjahre und dem Sonnenjahre fallen die Neumonde nicht in jedem Jahre auf denselben Tag des bürgerlichen Jahres, sondern in jedem Jahre auf einen andern. Erst nach einem Zeitraume von 19 Jahren oder 235 Neumonden haben die Neumonde wieder an gleichen Tagen des bürgerlichen Jahres statt. Man nennt diesen Zeitraum den Mondzirkel. Im ersten Jahre dieses Zirkels fällt der Neumond auf den 1. Januar. Die Zahl im Kalender, welche anzeigt, das wievielste Jahr des Zirkels das laufende ist, heißt die güldene Zahl.

Besonders wichtig ist derjenige Vollmond, welcher zunächst nach dem Tage des Frühlingsanfangs fällt, weil nach dem Beschlusse des Nicäischen Konziliums von 325, Ostern stets den ersten Sonntag nach diesem Vollmonde gefeiert werden soll. Die Ostergrenzen sind nach diesen Bestimmungen zwischen dem 22. März und 25. April. Nach dem Osterfeste richten sich alle anderen beweglichen Festtage.

3. Genauere Bestimmungen. Der Mond ist, wie unsere Erde, eine Kugel, welche frei im Weltraume sich bewegt. Diese Gestalt erkennen wir

aus seinem Lichtwechsel. Der Mond ist ein an sich dunkler Weltkörper, und erhält sein Licht von der Sonne wie unsere Erde. Da eine Kugel, die von Einem leuchtenden Körper aus beleuchtet wird, immer nur zur Hälfte erhellt wird, so kann auch der Mond von der Sonne nur an der derselben zugekehrten Hälfte beleuchtet werden.

Die Bahn, welche der Mond um die Erde beschreibt, ist eine Ellipse. In einem der Brennpunkte dieser Bahn steht die Erde. Daher ist der Mond in seinem Laufe der Erde einmal am nächsten, d. i. in der Erdnähe, und einmal am entferntesten, d. i. in der Erdferne. Diese Bahn hat eine solche Lage gegen die Erdbahn, daß sie mit dieser einen Winkel von 5° bildet.

Während nun der Mond in dieser Bahn sich um die Erde bewegt, so muß er einmal mit der Sonne nach einerlei Himmelsgegend und fast in gerader Linie zwischen derselben und der Erde stehen. Bei dieser Stellung geht er mit der Sonne auf und unter. Seine, von uns abgewendete Seite wird von der Sonne beschienen, die uns zugewendete aber ist dunkel. Wir haben Neumond und sagen: der Mond steht in Konjunktion mit der Sonne. Steht der Mond aber bei Sonnenuntergang 90° von der Sonne ostwärts, also im Meridian, so wird uns die rechte Hälfte seiner beleuchteten Seite zugewendet; wir haben das erste Viertel, und sagen: der Mond steht in der ersten Quadratur. Alsdann geht uns der Mond schon um Mittag auf, aber erst gegen Mitternacht unter. Kommt der Mond allmählig um 180° weiter ostwärts von der Sonne, so daß die Erde fast in gerader Linie zwischen beide zu stehen kommt, so geht er auf, wenn die Sonne untergeht, und wendet uns die ganze Nacht

hindurch seine beleuchtete Hälfte zu. Wir haben Vollmond, und sagen: der Mond steht in Opposition mit der Sonne. Wenn endlich der Mond um 270° ostwärts oder 90° westwärts von der Sonne steht, so geht er erst um Mitternacht auf. Alsdann wird uns die linke Hälfte seiner beleuchteten Seite zugewendet; wir haben das letzte Viertel, und sagen: der Mond steht in der zweiten Quadratur.

Während der Mond sich in 29½ Tagen von West gegen Ost um die Erde bewegt, und mit dieser zugleich um die Sonne geht, so dreht er sich zugleich auch um seine Achse. Allein diese Achsendrehung ist der monatlichen Bewegung um die Erde vollkommen gleich, so daß er sich also in 29½ Tagen nur einmal um seine Achse bewegt. Dieses ist die Ursache, warum uns der Mond immer nur dieselbe Seite zuwendet, während die andere stets von uns abgewendet bleibt.

4. Der Mond in den verschiedenen Jahreszeiten. Der Mond erscheint uns zur Zeit des Vollmondes in den einzelnen Jahreszeiten nicht gleich hoch am Himmel. Einmal sehen wir ihn hoch nach Norden, unserm Zenithe näher; das anderemal steht er niedriger nach Süden und weiter von unserem Zenithe entfernt. Um die Zeit unseres längsten Tages steht er am tiefsten und beschreibt während unserer Nacht den kleinsten Bogen über dem Horizonte. Von da an steigt er immer höher, und hat seine größte Höhe zur Zeit unseres Wintersanfanges erreicht. Er beschreibt alsdann den größten Bogen am Himmel, und erhellt unsere langen Winternächte. Gegen den Frühlingsanfang und später nach dem Sommer hin, ist sein Aufgangspunkt wieder weiter nach Süden, bis der Mond im Sommer endlich den kleinsten Bogen beschreibt.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der schiefen Lage der Mondsbahn, welche fast mit der Lage der Erdbahn zusammenfällt. Darum erscheint uns der Mond in seinem synodischen Umlauf um die Erde in allen 12 Sternbildern des Thierkreises. Geht er z. B. im Vollmonde im Sternbilde des Steinbocks, also am südlichen Wendekreise, auf, so bewegt er sich in den ersten 14 Tagen bis zum Aequator in das Zeichen des Widders, und von da zum nördlichen Wendekreise zum Zeichen des Krebses. In den folgenden 14 Tagen kehrt er zum Aequator, und von da zum südlichen Wendekreise wieder zurück.

Beim Neumond befindet sich der Mond mit der Sonne in gleichem Sternbilde; beim Vollmond aber, wo er der Sonne gerade entgegengesetzt steht, ist er auch in dem der Sonne entgegengesetzten Sternbilde. Am 21. Juni steht daher der Neumond mit der Sonne im Sternbilde des Krebses, der Vollmond aber der Sonne gerade entgegengesetzt im Sternbilde des Steinbocks. Er erscheint darum tief nach Süden am Himmel, und beschreibt während der Nacht niedrig am Horizonte seinen Bogen. Am 21. Dezember ist es gerade umgekehrt. Der Neumond steht mit der Sonne im Sternbilde des Steinbocks, der Vollmond aber geht im Sternbilde des Krebses auf, und steht lange und hoch am Himmel.

5. Entfernung und Größe des Mondes. Wenn wir den Mond auf seinen nächtlichen Wanderungen beobachten, so meinen wir, er sei nicht sehr weit von uns entfernt; auch scheint er nicht gar groß zu sein Allein die Sternkundigen haben sowohl seine Entfernung, als auch seine Größe auf das genaueste berechnet. Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde geben sie zu 51,812 deutschen Meilen an; die größte Entfernung in der

Erdferne aber bestimmen sie zu 56,000, und die kleinste Entfernung in der Erdnähe zu 48,000 deutschen Meilen.

Eben so haben sie seine Größe berechnet und gefunden, daß der Halbmesser des Mondes 234 deutsche Meilen betrage. Der Durchmesser ist also 468 deutsche Meilen, und verhält sich zum Durchmesser der Erde wie 1 zu 3,69. Der Flächeninhalt des Mondes verhält sich zum Flächeninhalt der Erde wie 1 zu 13,60, und sein Körperinhalt wie 1 zu 50,15. Er ist demnach mehr als 50mal kleiner als die Erde.

## §. 10.

## Die Monds- und Sonnenfinsternisse.

1. Mondsfinsternisse. Da die Erde eine dunkle Kugel ist, welche ihr Licht von der Sonne erhält, so wirft sie nach der von der Sonne abgekehrten Seite einen Schatten. Dieser hat die Gestalt eines Kegels, dessen Grundfläche der Umfang der Erde ist, und dessen Länge 215 Erdhalbmesser (184,900 d. M.) beträgt. Die Breite dieses Schattens ist da, wo er von der Mondbahn durchschnitten wird, nahe $2^2/_3$ Durchmesser des Mondes. Ereignet es sich daher, daß der Mond durch diesen Schatten der Erde geht, so erscheint er uns verfinstert, und wir nennen dieses eine Mondsfinsterniß. Dieselbe kann jedoch nur zur Zeit eines Vollmondes statt finden, wo der Mond der Sonne gerade gegenüber steht, d. h. aufgeht, wenn diese untergeht.

Wenn die Mondsbahn gleiche Lage mit der Erdbahn hätte, so müßte jedesmal zur Zeit des Vollmondes der Mond durch den Schatten der Erde

gehen; wir hätten also bei jedem Vollmonde eine Mondsfinsterniß. Allein die Mondsbahn fällt mit der Erdbahn nicht ganz zusammen; vielmehr bildet sie mit derselben einen Winkel von 5°; sie durchschneidet also die Erdbahn in 2 entgegengesetzten Punkten. Diese Durchschnittspunkte heißen die Knoten. Der Mond kann daher nur dann verfinstert werden, wenn er zur Zeit seines Volllichtes entweder in oder nahe bei einem der Knoten ist. Geht nun der Mond gerade durch den Knoten, so daß sein Mittelpunkt in die Ekliptik, oder doch fast in die Ekliptik trifft, so kommt er ganz in den Schatten der Erde; seine ganze Scheibe wird verfinstert, d. h. die Finsterniß ist total. Geht der Mond aber so weit über oder unter einem der Knoten vorüber, daß nur ein Theil desselben in den Erdschatten kommt, so wird auch nur ein Theil der Mondscheibe verfinstert, und die Finsterniß erscheint partial.

Da der Mond in seiner Bahn von West gegen Ost fortrückt, und die Erde sich von West gegen Ost um ihre Achse dreht, so tritt zuerst der östliche Rand des Mondes in den Erdschatten. Die Verfinsterung rückt daher von Ost gegen West über die Mondscheibe. Eine Mondsfinsterniß ist sichtbar, wenn der Mond zur Zeit der Finsterniß über dem Horizonte eines Ortes steht; unsichtbar, wenn er unter dem Horizonte steht.

Wären die 2 Mondknoten feste Punkte, so würden die Mondsfinsternisse in allen Jahren in dieselbe Zeit fallen. Allein diese Knoten oder Durchschnittspunkte rücken in einem Zeitraume von beinahe 19 Jahren durch den ganzen Thierkreis von West gegen Ost, so daß erst nach 19 Jahren die Finsternisse in einem zweiten Mondzirkel von 19 Jahren wieder in dieselbe Jahreszeit und auf dieselben Monatstage

fallen. In 18 Jahren ereignen sich gegen 29 Mondsfinsternisse; daher jährlich höchstens 2.

2. Sonnenfinsternisse. Wie die Erde, so wirft auch der Mond einen Schattenkegel. Derselbe ist etwa 50,000 deutsche Meilen lang, und hat den Umfang des Mondes zur Grundfläche. Wenn es sich nun ereignet, daß zur Zeit des Neulichtes der Mond in oder nahe bei einem der Knoten seiner Bahn steht, also in gerader Linie zwischen der Erde und der Sonne sich befindet, so erreicht sein Schatten die Erde, und entzieht uns den Anblick der Sonne ganz oder zum Theile. Wir sagen dann, es ist eine Sonnenfinsterniß. Geht der Mond zur Zeit des Neulichtes für uns mitten durch die Sonne, und ist sein Durchmesser größer als der scheinbare Durchmesser der Sonne, wie dieses in seiner Erdnähe der Fall ist, so entsteht eine totale Sonnenfinsterniß, welche für einen bestimmten Ort von 1 bis 3 Minuten 41 Sekunden dauern kann. Geht der Mond mitten durch die Sonne, und ist sein scheinbarer Durchmesser kleiner als der der Sonne, wie dieses in seiner Erdferne geschieht, so entsteht eine ringförmige Sonnenfinsterniß. Fällt dagegen der Neumond neben den Knoten, wie es meistens der Fall ist, so bedeckt der Mond nur einen Theil der Sonne; diese Finsterniß heißt partial. Derselben können in einem Jahre vier seyn. Ueberhaupt sind die Sonnenfinsternisse für die ganze Erde viel häufiger als die Mondsfinsternisse, da sich in 18 Jahren nahe an 40 ereignen; allein für bestimmte Orte der Erde sind die sichtbaren Sonnenfinsternisse beinahe dreimal seltener, als die Mondsfinsternisse, so daß im Durchschnitte jeder Ort nur alle 2 Jahre eine sichtbare Sonnenfinsterniß zu erwarten hat. Bei einer Sonnenfinsterniß rückt der Schatten von West gegen Ost über die Sonne, weil der Mond sich von West gegen Ost bewegt.

## §. 11.

## Ebbe und Fluth.

Erscheinung. Zweimal an jedem Tage hebt und senkt sich das Gewässer des Meeres an den Küsten, in immer wiederkehrender, regelmäßiger Folge. Die ersten 6 Stunden des Tages ist es im Steigen begriffen; es überschwemmt die flachen Gestade, erhebt sich an den steilen Küsten und dringt meilenweit in die Mündungen der Flüsse. Man nennt dies die Zeit der Fluth und die größte Höhe derselben Hochmeer oder hohe See. Bald darauf sinkt das Meer eben so regelmäßig wieder zu seiner ersten Tiefe herab. Dies dauert nahe 6 Stunden; man nennt diese Zeit die Ebbe, und ihre größte Tiefe die tiefe See. Dieses Steigen und Fallen des Meeres ist so regelmäßig, daß es für verschiedene Orte der Erde mit der größten Sicherheit auf ganze Jahre voraus gesagt werden kann.

Durch Beobachtungen hat man gefunden, daß der Wechsel der Ebbe und Fluth genau mit dem synodischen Laufe des Mondes zusammenfällt, und besonders von der Stellung des Mondes gegen die Erde abhängt. Beides, Ebbe und Fluth, treten täglich um 50 Minuten später ein, so daß in 24 Stunden und 50 Minuten zweimal Ebbe und zweimal Fluth ist, und dieselbe erst nach 29 $^1/_2$ Tagen wieder auf die gleichen Tagesstunden fallen. Durch diese Uebereinstimmung der Ebbe und Fluth mit der Bewegung des Mondes wurde man dahin geleitet, den Mond als die Ursache dieser Bewegung des Meeres anzunehmen.

Wenn aber auch der Mond die wichtigste Ursache ist, so ist er doch nicht die einzige dieser Erscheinung;

vielmehr hat auch die Sonne einen beträchtlichen Antheil an derselben. Denn es ist aus Erfahrung bekannt, daß um die Zeit des Neu- und Vollmondes die Fluthen viel größer, und die Fluthen zur Zeit des ersten und letzten Viertels beträchtlich kleiner sind, als die Fluthen an den andern Tagen. Ebenso sind die Fluthen stärker, wenn die Sonne oder der Mond in der Erdnähe stehen, und schwächer zur Zeit der Erdferne; auch stärker zur Zeit der Nachtgleiche und Sonnenwende als zu einer andern Zeit.

Der regelmäßige Wechsel von Ebbe und Fluth hat eigentlich nur in großen freien Meeren statt. In kleinern, mehr eingeschlossenen Meeren, nahe an Ufern, oder in engen Häfen werden die Gewässer in ihrem Laufe aufgehalten und gestört, so daß die Zeit und Höhe der Fluth oft sehr verschieden sind. Der Eintritt des Hochmeeres nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian (nach seiner Kulmination), und die Höhe des Meeres beträgt z. B. in

| | Eintritt. | | | | Höhe. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hamburg | 5 | Stunden, | 0 | Minuten | 9 1/10 | Fuß, |
| Amsterdam | 3 | " | 0 | " | 5 1/4 | " |
| Wesermündung | 4 | " | 20 | " | 9 | " |
| Calais | 10 | " | 30 | " | 20 | " |
| Brest | 3 | " | 45 | " | 18 3/10 | " |
| Cherburg | 7 | " | 45 | " | 25 | " |
| Cadix | 1 | " | 15 | " | 10 | " |

2. Ursache dieser Erscheinung. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der anziehenden Kraft des Mondes und der Sonne. Diese Anziehung wirkt, wie die Anziehung aller Körper, am stärksten auf die zunächstliegenden Orte und schwächer auf die entferntern. Steht darum der Mond in dem Meridiane

eines Ortes auf der Erde, so ist für diesen die größte Anziehung, für den entgegengesetzten Punkt die kleinste, und für die beiden zwischen ihnen liegenden Punkte, sowie für den Mittelpunkt der Erde selbst die mittlere Anziehung. Da nun der dem Monde zugekehrte Punkt von demselben stärker angezogen wird als der Mittelpunkt der Erde, so sucht er sich dem Monde zu nähern, und das Wasser wird in dieser Gegend steigen. Da der Mittelpunkt der Erde mehr als der entfernteste Punkt angezogen wird, so wird auch dieser sich dem Monde zu nähern suchen; der entfernteste Punkt wird aber hinter dem Mittelpunkte zurückbleiben, sich also von ihm entfernen, und das Wasser wird in dieser Gegend ebenfalls steigen. Dasselbe gilt auch, nur im geringern Grade für alle Orte, welche mit diesen Punkten in einerlei Meridian liegen. In den übrigen Gegenden der Erde steigt das Wasser desto weniger, je weiter sie von dem Meridiane entfernt sind, in welchem der Mond steht. Die Orte, welche den Mond nahe bei ihrem Horizonte sehen, haben nur die mittlere Anziehung des Mondes und bleiben daher ungestört; aber ihre Gewässer werden sinken, weil ein großer Theil nach den Gegenden des Meridians abfließt, über welchem der Mond steht. Ganz dasselbe gilt auch von der Sonne. Da nun die Erde sich in 24 Stunden von West gegen Ost um ihre Achse dreht, so kommt jeder Ort derselben einmal in den Meridian, und einmal auf die entgegengesetzte Seite. Es findet darum in 24 Stunden auch zweimal Fluth statt.

Mond und Sonne entfernen sich in ihrem senkrechten Stande nie weit vom Aequator; darum sind die Fluthen in der Nähe des Aequators oder in der heißen Zone am größten, werden gegen die Pole

hin schwächer, bis man sie in den Polargegenden gar nicht mehr bemerkt.

3. Eine ähnliche Ebbe und Fluth bringen Sonne und Mond auch in unserer Atmosphäre hervor, die wohl an der Grenze derselben sehr bedeutend sein muß, die wir aber auf dem Grunde der Atmosphäre wenig fühlen; gerade so wie auch Ebbe und Fluth auf dem Meeresgrunde wenig empfunden werden. Indeß nimmt man die Wirkung des Mondes auf unsere Atmosphäre doch auf der Erde durch die täglichen Aenderungen des Barometerstandes wahr. Vielleicht hat sie auch einigen Einfluß auf die Witterung unserer Erde.

## §. 12.

## Eigenthümlichkeit des Mondes.

1. Lichtwechsel. So wie der Mond während seines Laufes um die Erde den Bewohnern derselben einen verschiedenen Lichtwechsel zeigt, so müssen auch die Bewohner des Mondes (wenn es solche geben sollte) ähnliche Lichtveränderungen an der Erde wahrnehmen; nur müssen dieselben noch viel auffallender erscheinen, da ihnen die Oberfläche der Erde über 13 mal größer vorkömmt, als uns der Mond, und das Licht derselben, 13mal stärker erscheint, als uns das Licht des Mondes. Allein wenn wir Neulicht haben, so haben die Bewohner der uns zugekehrten dunkeln Seite des Mondes vollen Erdschein, und in unserm Vollichte sehen sie die Erde nicht, weil dieselbe ihnen ihre dunkle Seite zuwendet. Die Mondsbewohner sehen also die Erde im Vollichte, wenn wir Neumond haben, und im Neulichte, wenn wir Vollmond haben; sie sehen die Erde im letzten Viertel, wenn wir das erste Viertel haben, und

im ersten Viertel, wenn wir das letzte Viertel haben. Der Erdschein im Monde ist so stark, daß wir kurz vor und nach dem Neumonde den dunkeln Theil des Mondes in einem schwachen Lichte schimmern sehen. Man nennt diesen Schein das aschgraue Licht des Mondes.

2. Die Jahres- und Tageszeiten. Wegen der geringen Neigung der Mondsbahn gegen den Mondäquator (sie ist 6,6 Grad), steht die Sonne beinahe immer über dem Aequator. Aus dieser Ursache gibt es auf dem Monde fast keinen Unterschied der Jahreszeiten, und die Temperatur, sowie die Länge der Tage und Nächte ist auf diesem Himmelskörper beinahe immer dieselbe. Während die Gegenden des Aequators die Sonne fast immer in ihrem Scheitel haben, so steht sie den Polen tief an ihrem Horizonte.

Noch mehr sind die Tageszeiten auf dem Monde von denen der Erde verschieden. Denn da der Mond sich in derselben Zeit um seine Achse dreht, in welcher er sich um die Erde bewegt, so sind auf ihm das Jahr und der Tag völlig gleich; beide dauern $29\frac{1}{2}$ unserer Tage. In dieser Zeit sehen die Mondbewohner die Sonne und die Sterne nur einmal auf- und untergehen. Die Nacht dauert daher $14\frac{3}{4}$ unserer Tage, und eben so lang der Tag. Während Sonne und Sterne den Mondbewohnern langsam auf- und untergehen, erscheint ihnen unsere Erde unveränderlich und feststehend am Himmel, und immer in gleicher Entfernung von ihrem Zenithe. Um diese Scheibe mit ihrem ab- und zunehmenden Lichte bewegen sich scheinbar Sonne und Sterne in $29\frac{1}{2}$ unserer Tage. Indeß gilt dieses doch nur für die vordere Seite des Mondes, welche der Erde zugewendet ist. Die Bewohner auf der, der Erde abgewendeten Hälfte können die Erde nie sehen.

3. Oberfläche des Mondes. Mit bloßen Augen gesehen, erscheint uns der Mond als eine runde, ebene Scheibe, die mit mehreren grauen Flecken bedeckt ist, und die uns das Licht gleich einem Spiegel zurückwirft. Allein die Abwechselung seiner Lichtgestalt und die Abhängigkeit derselben von der Stellung gegen die Sonne zeigen uns bald, daß der Mond eine Kugel sei, und daß diese Kugel ihr Licht von der Sonne erhalte. Auch erkennt man bald, daß die Oberfläche des Mondes keine glatte Fläche sein könne, denn sonst würde sie das Bild der Sonne nur von einem einzigen Punkte zurückwerfen, und wir würden den Mond nur wie einen kleinen, lichten Stern, aber nicht wie eine große, beleuchtete Scheibe sehen.

Durch ein Fernrohr betrachtet erscheinen uns die grauen Flecken des Mondes als Berge und Thäler, Blasen und Höhlen. Ja man beobachtet ihren Schatten, welcher immer auf der, der Sonne gegenüberliegenden Seite erscheint. Dieser Schatten ist desto länger, je höher die Berge selbst sind, oder, je tiefer für sie die Sonne am Horizonte steht. An der Lichtgrenze des Mondes liegen die Orte, denen die Sonne eben auf- oder untergeht; und hier erscheint auch der Schatten der Berge am längsten. Der Rand der uns sichtbaren Mondscheibe erscheint nie ganz glatt, sondern immer rauh und wie ausgezackt, was uns als Beweis für das Dasein der Berge im Monde dient. Denn diese Unebenheit des Mondrandes kann nur durch die daselbst befindlichen Berge verursacht werden. Allein aus der verhältnißmäßigen Größe dieser Erhöhungen des Mondrandes zum Halbmesser des Mondes, sowie aus der Länge des Schattens einzelner Berge haben die Sternkundigen die Höhe der Mondsberge ausgerechnet. Diese Höhe ist sehr beträchtlich. Der

Sternkundige Schröter hat Berge im Monde gefunden von 25,000 Fuß Höhe, so daß sie im Verhältniß zum Mondsdurchmesser um 4½ mal höher sind, als die Berge der Erde.

Diese Mondsberge sind im allgemeinen von zweierlei Art, nämlich Ringgebirge und Bergketten. Die Ringgebirge haben meistens die Gestalt von kreisförmigen, ausgetrockneten Teichen, die oft mehrere Quadratmeilen groß sind, ringsum mit einem hohen Walle umgeben sind, und in der Mitte der Fläche einen freistehenden, kegelförmigen Berg haben. Sie scheinen Vulkane zu sein, von welchen einige selbst gegenwärtig noch thätig zu sein scheinen, wie man dieses aus der Veränderung ihrer Gestalt schließt. Die Bergketten laufen gewöhnlich von hohen Bergrücken aus, von denen sie sich wie Lichtstralen nach allen Seiten ausbreiten. Die dunkeln Gegenden des Mondes sind Ebenen, von niedrigen Bergrücken durchschnitten, welche oft als lichte Streifen erscheinen.

Alles auf dem Monde zeigt an, daß er in der Vorzeit heftige Erschütterungen erlitten habe, und daß vulkanisches Feuer ihm die Gestalt seiner Oberfläche gegeben habe. Der Mond scheint keine Atmosphäre zu haben; denn man hat auf ihm noch keine Dämmerung entdeckt, vielmehr ist seine Lichtgrenze scharf abgeschnitten, indem das hellste Licht unmittelbar in das tiefste Dunkel übergeht. Wenn er wirklich eine Atmosphäre hätte, so müßte dieselbe äußerst fein und von der Atmosphäre der Erde ganz verschieden sein. Wo aber keine Atmosphäre ist, da kann auch kein Wasser oder eine demselben ähnliche Flüssigkeit sein, denn ohne Atmosphäre würde das Wasser in kurzer Zeit verdünsten, und die Oberfläche des Mondes austrocknen.

Die Masse des Mondes beträgt nahe den 70sten Theil der Erdmasse; seine Schwere aber, oder die Kraft, mit welcher er alle Körper auf seiner Oberfläche an sich zieht, beträgt nur den fünften Theil von der Schwere der Erde.

Nach allem dem, was die Sternkundigen am Monde beobachtet haben, will es ihnen sehr wahrscheinlich scheinen, daß dieser Himmelskörper, dem es jetzt an Wasser und Luft fehlt, seit den großen Umwälzungen, die er erlitten, nur mehr ein trocknes, nacktes Felsengerippe sei, auf welchem weder Wachsthum, noch Leben, noch irgend eine Bewegung, sondern ewige Ruhe und Grabesstille herrsche. Vielleicht hat der Mond seinen jüngsten Tag bereits erlebt, und ist nun als eine unbrauchbare Schlacke aus der Reihe bewohnbarer Welten herausgetreten; oder er schlummert einem neuen bessern Leben und seiner Auferstehung entgegen.

## III. Kapitel.

# Das Weltgebäude.

---

### §. 13.

### Die Sterne, Bestimmung ihrer Größe und Entfernung von der Erde.

1. Bisher betrachteten wir unsere Erde und ihren nächsten Himmelsnachbar, den Mond. Jetzt wenden wir unsern Blick zu den leuchtenden Sternen des Himmels. An denselben nehmen wir schon bei einiger Aufmerksamkeit wahr, daß sie nicht alle von einerlei Art sind. Die meisten von ihnen haben ihr eigenes, funkelndes Licht, eine unveränderliche Stellung und fast immer gleiche Entfernung zu einander; sie erscheinen durch die besten Fernröhren nur wie unmeßbare Punkte. Man nennt sie Fixsterne d. i. feststehende Sterne. Nur sehr wenige sind an sich dunkel, erhalten aber ihr Licht von der Sonne, weßhalb sie uns in einem sanften und schwächern Lichte erscheinen; sie verändern stets ihre Stellung gegen die übrigen Sterne und die Sonne, und sind unserer Erde unter allen Sternen am nächsten, weßhalb sie auch, durch Fernröhren betrachtet, mit einem beträchtlichen, scheinbaren Durchmesser gesehen werden. Man nennt sie Planeten oder Wandelsterne. Eine besondere Art von Planeten sind die Kometen. Planeten, welche

sich um andere Planeten bewegen, heißen Nebenplaneten oder Monde.

Auch unsere Erde ist ein Planet, der sich um unsere Sonne bewegt. Außer ihr kennt man noch 10 Planeten, welche sich um unsere Sonne bewegen. Die Namen der Planeten sind folgende:

1. Der Merkur
2. Die Venus
3. Die Erde
4. Der Mars
5. Die Vesta
6. Die Juno
7. Die Ceres
8. Die Pallas
9. Der Jupiter
10. Der Saturn
11. Der Uranus

Nebst diesen 11 Planeten kennt man noch 18 Monde, von welchen 1 der Erde, 4 dem Jupiter, 6 dem Uranus und 7 dem Saturn angehören. Kometen kennt man gegen 500; vielleicht gibt es derselben viele Tausend. Die Zahl der Fixsterne ist unendlich.

2. Wenn wir die Sterne des Himmels in einer wolkenlosen Nacht mit einiger Aufmerksamkeit betrachten, so scheinen sie alle in gleicher Entfernung, und nicht gar weit von der Erde abzustehen. Auch scheint ihre Größe nicht beträchtlich zu sein. Allein die Sternkundigen haben durch vielfältige Beobachtungen und genaue Berechnungen gefunden, daß die Sterne nicht allein sehr verschiedene Größe haben, sondern auch in verschiedenen und außerordentlich großen Entfernungen von der Erde abstehen. Ja sie haben von mehrern Gestirnen, wie vom Monde, der Sonne, den Planeten, Größe und Entfernung genau in Zahlen angegeben. Dieses können sie mit Hülfe der Parallaxe.

Parallaxe nennt man überhaupt den Winkel, un-

ter welchem man von zwei Standpunkten aus einen Gegenstand sieht, oder den Winkel, den zwei verschiedene Gesichtslinien zu einem und demselben Gegenstande mit einander bilden. Denn beobachtet man einen Gegenstand von zwei verschiedenen Standpunkten aus, so erblickt man ihn von jedem derselben scheinbar an einem andern Orte. Denkt man sich diese beiden Standpunkte durch eine grade Linie miteinander verbunden (welche Linie die Standlinie heißt), und von ihren Endpunkten die Gesichtslinien nach dem beobachteten Orte hingezogen, so erhält man ein Dreieck, dessen Scheitelwinkel die Parallare ist. Weiß man nun die Größe der Parallare irgend eines Gegenstandes, und außerdem noch die Größe der Standlinie, so wie des einen an derselben liegenden Winkels, so kann daraus die Entfernung des beobachteten Gegenstandes gefunden werden. Dieses ist schon durch eine einfache Zeichnung möglich. Zeichnet man die Standlinie nach irgend einem Maßstabe auf Papier und an das eine Ende derselben eine der Gesichtslinien unter dem aus der Beobachtung bekannten Winkel; zieht man ferner von dem andern Ende der Standlinie die zweite Gesichtslinie und verlängert sie, bis sie unter einem Winkel, welcher der Parallare gleich ist, die erste Gesichtslinie durchschneidet, so erhält man ein Dreieck, welches dem größern Dreiecke auf dem Felde vollkommen ähnlich ist, d. h. mit demselben völlig gleiche Winkel hat, und Seiten, welche in demselben Verhältniß der Seiten des größern Dreiecks zu einander stehen. Da nun die Größe der einen Seite bekannt ist, so kann mit Hülfe des Zirkels auch die Größe der übrigen gemessen werden. Da eine dieser Linien die Entfernung selbst ist, so ist dadurch zugleich die Entfernung bestimmt. Allein sicherer läßt sich die Entfernung durch trigonometrische Rechnung unmittelbar

finden, sobald man nur die Parallaxe mit ihrer Standlinie und deren einen anliegenden Winkel kennt. Und solche Rechnungen sind es, durch welche die Entfernung und Größe der Himmelskörper bestimmt wird, nachdem man vorher die Parallaxe durch Beobachtungen gefunden hat.

Beobachtet ein Sternkundiger z. B. den Mond auf verschiedenen Orten der Erdoberfläche, so erscheint ihm derselbe an verschiedenen Punkten des Himmels oder bei verschiedenen Fixsternen. Der Ort am Himmelsgewölbe, wo der Mond dem Beobachter erscheinen würde, wenn er ihn aus dem Mittelpunkte der Erde beobachten könnte, heißt der wahre Ort des Mondes; jeder andere Ort aber, an dem der Mond, von der Erdoberfläche aus betrachtet, erscheint, wird der scheinbare Ort des Mondes genannt. Den wahren Ort des Mondes findet der Beobachter aber, wenn er den Mond in dem Augenblicke beobachtet, wenn ihm derselbe durch seinen Meridian geht. Denn alsdann erscheint ihm der Mond an derselben Stelle des Himmels, wo er ihm erscheinen würde, wenn er ihn vom Mittelpunkte der Erde aus beobachten könnte. Beobachtet nun ein Sternkundiger den Mond im Horizonte d. h. im Augenblicke seines Auf- oder Unterganges, und dann 6 Stunden später bei seinem Durchgang durch den Meridian, so erscheint ihm der Mond bei verschiedenen Fixsternen. Denkt er sich die beiden Gesichtslinien nach dem Monde gezogen, so durchschneiden sie sich auf dem Mittelpunkte des Mondes und bilden dadurch einen Winkel, der die Horizontalparallaxe des Mondes heißt. Durch Beobachtung des Mondes über dem Horizonte erhält der Beobachter die Höhenparallaxe. Die Horizontalparallaxe des Mondes beträgt unter dem Aequator der Erde, 0,9503 eines Grades, also beinahe

einen Grad. Verbindet der Sternkundige bei der Horizontalparallaxe noch seinen Standpunkt durch eine gerade Linie mit dem Mittelpunkte der Erde, so erhält er ein rechtwinkeliges Dreieck, in welchem ihm 2 Winkel und die eine Seite, nämlich der Halbmesser der Erde, bekannt sind. Aus dieser Horizontalparallaxe ergibt sich nun die Entfernung des Mondes, wenn der Sternkundige den Halbmesser der Erde durch den Sinus der Horizontalparallaxe dividirt. Diese ist 49,236 deutsche Meilen.

Auf ähnliche Weise bestimmt der Sternkundige auch die Parallaxe der Sonne und Planeten, und berechnet daraus ihre Entfernung von der Erde. So beträgt die Horizontalparallaxe der Sonne 8,58 Sekunden eines Grades, woraus die Entfernung der Sonne auf 20,657,700 deutsche Meilen berechnet wird. Ein anderes Mittel, die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen, gibt die Beobachtung des Mondes zur Zeit des ersten oder letzten Viertels. Wenn alsdann der Mond gerade zur Hälfte erleuchtet ist, so machen gerade Linien, von der Erde und der Sonne auf den Mond gezogen, an demselben einen rechten Winkel. Zieht man auch eine Linie von der Erde zur Sonne, so erhält man ein Dreieck, dessen Winkel am Monde 90°, an der Erde 89°,5 und an der Sonne 30 Minuten beträgt, und die Entfernung des Mondes bekannt ist. Daraus läßt sich nun ebenfalls die Entfernung der Sonne berechnen.

Kennt der Sternkundige die Entfernung der Sonne und des Mondes, so kann er auch ihre Größen berechnen. Um dieses auszuführen, beobachtet er außer der Parallaxe auch noch den scheinbaren Durchmesser des Mondes, oder der Sonne, oder irgend eines Sternes, d. i. den Winkel, unter welchem der Stern von der Erde aus gesehen wird.

Für den Mond beträgt der scheinbare Durchmesser 0,5188 Grad oder 1868 Sekunden; der Halbmesser demnach 0°,2594 oder 934 Sekunden. Der scheinbare Durchmesser der Sonne ist 0,53386 Grad oder 1922 Sekunden; der Halbmesser demnach 0,26693 Grad oder 961 Sekunden. Nun findet man den wahren Halbmesser des Mondes, wenn man den wahren Halbmesser der Erde mit dem scheinbaren Halbmesser des Mondes multiplizirt und durch die gefundene Horizontalparallaxe dividirt, also: 859,3 $\times$0°,2594 : 0°,9503 = 234 deutsche Meilen; und für die Sonne, wenn man den wahren Halbmesser der Erde mit dem scheinbaren Halbmesser der Sonne multiplizirt und durch die Parallaxe dividirt, also: 859,3$\times$961 : 8,58 = 96,246 d. M.

Kennt man aber den Halbmesser dieser Himmelskörper, so läßt sich daraus leicht ihr Umfang, ihr Flächeninhalt, so wie ihr körperlicher Inhalt berechnen, ganz auf dieselbe Weise, wie dies in §. 5. bei der Größe der Erde bereits geschehen ist.

Ganz anders aber verhält es sich mit den Fixsternen. An diesen haben die Sternkundigen bis jetzt weder eine Parallaxe, noch einen scheinbaren Durchmesser entdecken können. Darum aber ist es bisher auch unmöglich gewesen, ihre Entfernung und ihre Größe anzugeben. Jedenfalls aber müssen sie viel weiter von uns entfernt sein, als die Sonne, oder irgend ein Planet.

## §. 14.

## Die Planeten und die Planetensysteme.

1. Die scheinbare Bewegung der Planeten. Zwei von den 11 Planeten sind der Sonne näher als die Erde, nämlich Merkur und Venus; man nennt sie untere Planeten. Die andern 8, also: Mars, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Jupiter,

Saturn und Uranus sind weiter von der Sonne entfernt als unsere Erde, man nennt sie obere Planeten. Alle haben außer der täglichen scheinbaren Bewegung von Ost gegen West, und welche von der Achsendrehung der Erde herrührt, noch eine andere, eigenthümliche Bewegung, welche zwar auch nur scheinbar ist, aber in größern, für jeden Planeten festgesetzten Zeiträumen wiederkehrt. Diese Bewegung, von welcher die Sterne ihren Namen, Wandelsterne, haben, ist bei den untern und obern Planeten etwas verschieden.

Die untern Planeten entfernen sich nie weit von der Sonne. Wenn sie nun der Sonne am nächsten stehen, also mit derselben gleichzeitig auf- und untergehen, so erscheinen sie am kleinsten, und ihre Bewegung, welche alsdann von der Sonne nach Ost geht, ist am schnellsten. Nach einiger Zeit wird diese Bewegung langsamer und verschwindet am Ende ganz, d. h. der Planet steht still. Bald darauf bewegen sie sich mit zunehmender Geschwindigkeit nach West, bis sie der Sonne wieder am nächsten stehen und daher mit ihr auf- und untergehen, also für uns unsichtbar sind. Während dieser ganzen Periode nimmt die scheinbare Größe dieser Planeten zu; sie stehen östlich von der Sonne und gehen als Abendstern nach der Sonne unter. In dieser zweiten größten Nähe bei der Sonne ist die westwärtsgehende Bewegung am schnellsten, und die Planeten entfernen sich auf der Westseite von der Sonne. Bald indeß wird die Bewegung wieder langsamer, bis sie bei der größten westlichen Entfernung verschwindet und die Planeten einige Zeit stille stehen. Allmählig bewegen sie sich mit immer schneller werdender Geschwindigkeit wieder ostwärts und kommen bei ihrer größten Geschwindigkeit der Sonne wieder am nächsten. Während dieser zwei-

ten Periode nimmt die scheinbare Größe dieser Planeten ab; sie stehen westlich von der Sonne und gehen als Morgenstern vor der Sonne auf. Die Erscheinungen kehren dann in derselben Ordnung wieder. Bei Merkur ist die Dauer jeder dieser 2 Perioden nahe 58 Tage, und die größte Ausweichung von der Sonne östlich oder westlich 23 Grad. Bei der Venus aber ist die Dauer jeder Periode 291 Tage, und die größte östliche und westliche Ausweichung 46 ½ Grad.

Anders verhält es sich mit der scheinbaren Bewegung der obern Planeten. Diese haben zwar, wie die untern Planeten, ihre schnellste, östliche Bewegung und ihre kleinste scheinbare Größe zu der Zeit, wenn sie uns ganz nahe bei der Sonne erscheinen. Je weiter sie sich aber von der Sonne östlich entfernen, desto langsamer bewegen sie sich, bis sie endlich unter den Sternen stille zu stehen scheinen. Bald darauf nehmen sie eine immer schneller werdende, westwärts gerichtete Bewegung an, wodurch sie sich noch weiter von der Sonne entfernen, bis sie endlich der Sonne gerade gegenüber stehen. Von diesem Punkte nimmt die westliche Bewegung allmählig ab, bis sie gänzlich verschwindet und der Planet stille zu stehen scheint. Kurze Zeit darauf nimmt er seine östliche Bewegung wieder an und nähert sich der Sonne wieder mit zunehmender Geschwindigkeit, bis er sie in seiner größten Geschwindigkeit und mit seiner kleinsten, scheinbaren Größe erreicht, um wieder eine neue Periode seiner Bewegungen zu beginnen. Die Dauer der ganzen Periode beträgt bei Mars 780, bei Jupiter 398, bei Saturn 378 und bei Uranus 369 Tage; die Ausweichung von der Sonne beim Stillstand ist bei Mars 137, bei Jupiter 117, bei Saturn 108 und bei Uranus 102 Grade.

2. **Planetensysteme.** Im Alterthume kannte man nur die Planeten: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Die Vorstellung, welche sich die Beobachter des Himmels von ihrer Zusammenordnung mit der Sonne machten, war zu verschiedenen Zeiten verschieden. Man nennt die Vorstellung ein **Planeten-** oder **Sonnensystem.** Das älteste Planetensystem ist von Claudius Ptolomäus, einem Gelehrten, welcher um die Mitte des zweiten Jahrhunderts zu Alexanderien in Aegypten lebte. Nach der Lehre dieses Sternkundigen steht die Erde in der Mitte der Welt unbeweglich, und um sie bewegen sich Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn, und in weiter Entfernung der ganze Himmel mit allen Sternen. Man nennt dieses System das **ptolomäische.** Ein anderes ist das sogenannte **ägyptische Planetensystem.** Dasselbe weicht von dem ptolomäischen darin ab, daß Merkur und Venus sich um die Sonne bewegen sollen und mit dieser um die Erde.

Diese Systeme, welche sich auf die scheinbare Bewegung der Sterne gründen, sind an sich unrichtig, da sich die verschiedenen Erscheinungen bei Bewegung der Erde und der übrigen Planeten nicht daraus erklären lassen. Allein sie erhielten sich dennoch lange. Erst Nikolaus Kopernikus, ein Arzt in Thorn, erkannte die wahre Ursache der scheinbaren Bewegungen der Gestirne, und hatte den Muth, ein anderes Planetensystem aufzustellen und 1543 bekannt zu machen. Man nennt dieses Planetensystem das **kopernikanische.** Kopernikus zeigte, daß das ptolomäische System falsch sein müsse, und lehrte: die Sonne steht in der Mitte der Planeten und hat keine andere Bewegung, als die um ihre Achse. Um die Sonne bewegen sich in immer größern Kreisen und in folgender Ordnung: Merkur,

Venus, Erde mit dem Monde, Mars, Jupiter und Saturn. Die Fixsterne aber, welche in unermeßlicher Ferne von uns abstehen, haben für uns keine weitere Bewegung, als die um ihre Achse. (Erst später entdeckte man zwischen Mars und Jupiter noch 4 neue Planeten, nämlich: Vesta, Juno, Ceres und Pallas, und hinter Saturn den Uranus). — Alle diese Planeten bewegen sich von West gegen Ost um die Sonne und in derselben Richtung um ihre Achse, die gegen ihre Bahn schief gestellt ist. Durch diese doppelte Bewegung der Planeten entsteht auf ihnen die Abwechselung des Tages und der Nacht, sowie der Jahreszeiten. Zugleich wird durch die Bewegung der Planeten um die Sonne ihre scheinbare, unregelmäßige, synodische Bewegung vollkommen deutlich. — Diese Darstellung ist höchst einfach und doch zugleich so richtig, daß nicht allein alle Erscheinungen am Himmel und bei der Bewegung der Erde sich daraus erklären lassen, sondern daß auch künftige Veränderungen am Himmel daraus berechnet werden können.

3. Die Planetenbahnen und Keppler's Gesetze. Kopernikus nahm die Bahnen der Planeten als Kreise an, in deren gemeinschaftlichem Mittelpunkte die Sonne stehe. Allein schon frühe hatte man wahrgenommen, daß die Planeten nicht zu allen Zeiten mit der nämlichen Geschwindigkeit in ihren Bahnen um die Sonne sich bewegten. Vielmehr beobachtete man, daß die Bewegung zu bestimmten Zeiten langsamer und zu andern Zeiten wieder schneller sei, und daß die nämliche Geschwindigkeit in demselben Theil der Bahn, also bei den nämlichen Fixsternen stets wiederkehre. Eine andere Wahrnehmung machte man an der scheinbaren Größe der Planeten. Man bemerkte nämlich, daß der scheinbare Durchmesser der Planeten dann am

größten sei, wenn sie sich am schnellsten bewegen, und daß derselbe am kleinsten erscheine, wenn ihre Bewegung am langsamsten ist. Besonders beobachtete man dieses an dem Monde und an der Sonne. Aus diesen Beobachtungen folgt nun: die Planeten können sich nicht in Kreisen um die Sonne bewegen, sondern sie müssen sich in Bahnen bewegen, in welchen sie der Sonne einmal näher, das anderemal entfernter stehen. Viele dieser Beobachtungen zeigten also, daß die verschiedene Geschwindigkeit und die scheinbare Größe der Planeten, oder: was dasselbe ist, ihre Geschwindigkeit und Entfernung von der Sonne in einem bestimmten Verhältniß zu einander stehen. Keppler in Regensburg, 1571 zu Weil im Würtembergischen geboren, war der erste, welcher aus den vielen, gemachten Beobachtungen über die Bewegung und Entfernung der Planeten allgemeine Gesetze ableitete, die man nach ihm die Keppler'schen Gesetze nennt.

Erstes Gesetz: „Der Radius Vektor, d. i. hier die gerade Linie vom Mittelpunkte der Sonne zum Mittelpunkte der Erde, oder eines jeden andern Planeten beschreibt in gleichen Zeiten auch gleiche Ausschnitte (Sektoren) oder Flächenräume der Planetenbahn." Oder: die Flächen des Radius Vektor verhalten sich, wie die Zeiten, in welchen sie beschrieben werden. Je näher daher ein Planet in seiner Bahn der Sonne ist, desto geschwinder bewegt er sich, und je weiter entfernt von der Sonne, desto langsamer ist die Bewegung des Planeten in seiner Bahn. Die Geschwindigkeit eines Planeten dividirt durch das Quadrat seiner Entfernung von der Sonne ist in allen Punkten seiner Bahn gleich.

Zweites Gesetz: „Alle Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne. Die Sonne steht in dem einen, allen diesen Bahnen gemeinschaftlichen Brenn-

punkte; aber jede Planetenbahn hat noch einen besondern, zweiten Brennpunkt. Die Excentricitäten der Ellipsen sind sehr verschieden. Keine Bahn fällt mit einer andern ganz in dieselbe Ebene zusammen; alle durchschneiden insbesondere die Erdbahn unter verschiedenen Winkeln. Die Durchschneidungsknoten, so wie die Sonnennähe und Sonnenferne liegen bei jeder Bahn nach andern Zeichen des Thierkreises." Mit diesem Gesetze übereinstimmend erscheint uns die Sonne im Winter, da sie in der Sonnennähe ist, größer, als im Sommer, da sie in der Sonnenferne ist. Zugleich bewegt sie sich aber auch schneller in der Sonnennähe, weßhalb unser Winterhalbjahr um etwa 8 Tage kürzer ist, als unser Sommerhalbjahr.

Anmerk. An der Ellipse sind: 2 Brennpunkte; die große Achse (Absidenlinie); die kleine Achse; der Mittelpunkt; die Excentricität, d. i. die Entfernung eines Brennpunktes vom Mittelpunkte; die Sonnennähe (Perihelium); die Sonnenferne (Aphelium); der Radius Vektor, d. i. die gerade Linie von einem der Brennpunkte nach irgend einem Punkte der Ellipse.

Drittes Gesetz: „Die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich, wie die Würfel ihrer großen Achsen." Je weiter daher ein Planet von der Sonne entfernt ist, desto langsamer ist sein Lauf. Und: je weiter ein Planet von der Sonne entfernt ist, oder je größer seine Bahn ist, desto länger wird seine Umlaufszeit. Keppler fand nach siebenzehnjährigem, mühevollen Suchen 1618 dieses gesetzliche Verhältniß zwischen den Umlaufszeiten und den mittlern Entfernungen der Planeten. Z. B. die Umlaufszeit der Erde = 1 Jahr; die Umlaufszeit des Uranus = 83 Jahre; $83^2 = {}^3/_{6889}$ 6889; = ungefähr 19. Die mittlere Entfernung des Uranus

ist daher 19mal größer, als die der Erde, also 19 × 20,530,000 = 390 Mill. Meilen.

4. Folgen der elliptischen Bewegung.

a) Die Bewegung der Erde um sich selbst sowohl, als um die Sonne, ist die Grundlage unserer Zeiteintheilung und unserer Zeitrechnung; darum in dieser Beziehung für uns besonders wichtig. Gewöhnlich messen wir die Zeit durch die Bewegung irgend eines Körpers, von welchem wir voraussetzen, daß die Geschwindigkeit desselben immer dieselbe sei. Die Bewegung des Pendels ist eine solche gleichmäßige Bewegung; daher wir dasselbe auch bei unsern Uhren allgemein zum Zeitmaß anwenden. Allein auch am Himmel bemerken wir solche Bewegungen, welche völlig gleichförmig sind. Dieses ist mit der Achsendrehung der Planeten, und unter diesen ganz besonders mit der Bewegung der Erde um ihre Achse der Fall. Diese Bewegung der Erde um ihre Achse, sowie ihre Bewegung um die Sonne erkennen wir an den Fixsternen, welche ihren Ort am Himmel im Verhältniß zur Erde nicht ändern; auch an der Sonne nehmen wir sie wahr, obgleich hier diese Bewegungen nicht ganz gleichförmig erscheinen.

Die Zeit zwischen 2 Durchgängen eines Sternes durch den Meridian eines Ortes nennen wir einen Sterntag, und theilen denselben in 24 gleiche Theile, die wir Stunden nennen. Eine Stunde theilt man in 60 Minuten und jede Minute in 60 Sekunden. Diese letzten kleinen Zeittheilchen messen wir durch das Pendel, d. h. durch unsere Uhren. Ein solcher Tag ist also die Zeit, in welcher ein Stern oder jeder andere Punkt des Himmels bei seiner scheinbaren Bewegung 360 Grad um den Mittelpunkt der Erde zurücklegt, in einer Stunde also 15 Grad, in einer Zeitminute 15 Min. eines Grades und in einer Zeitsekunde 15 Sek. eines Grades.

Die Zeit, welche zwischen 2 Durchgängen der Sonne durch den Meridian eines Ortes oder zwischen 2 Mittagen verfließt, nennen wir einen Sonnentag. Da wir den scheinbaren Lauf der Sonne vorzugsweise als das Maß unserer Zeit betrachten, so theilen wir den Sonnentag gleich dem Sterntag in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten und die Minute in 60 Sekunden ein.

Beobachtet man aber nach einer genaugehenden Uhr die Länge der Stern- und Sonnentage, so findet man bald, daß die erstern um nahe 4 Minuten kürzer sind, als die letzteren. Wenn daher der Sonnentag 24 Stunden lang ist, so beträgt der Sterntag nur 23 Stunden und 56 Minuten Sonnenzeit. Geht ein Stern an einem bestimmten Tage, z. B. am 21. März um 8 Uhr auf, so geht er am 22. März 4 Minuten früher auf, oder um 7 Uhr 56 Minuten; am 23 März um 7 Uhr und 52 Minuten 2c. Die Ursache dieser Ungleichheit liegt in der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne. Durch diese Bewegung der Erde, welche täglich fast 1° beträgt, rückt auch die Sonne von einem Mittag zum andern um fast 1° scheinbar von West gegen Ost weiter. Dadurch dauert es nahe 4 Minuten länger, bis sie beim zweiten Mittag durch den Meridian eines Ortes geht. Da nun die 24 Stunden unserer Uhr gleich sind, 1 Sonnentag oder 24 Stunden 4 Minuten Sternzeit, so müssen die Sterne täglich um 4 Minuten früher durch den Meridian gehen.

b) Die Zeit geht gleichmäßig fort, und kann daher auch nur durch solche Bewegungen gemessen werden, welche gleichförmig vor sich gehen. Solche Bewegungen aber machen unsere Uhren, daher sie auch als das Maß der Zeit gebraucht werden können. Allein auch eine genaugehende Uhr legt nicht

das ganze Jahr hindurch zwischen 2 Mittagen gleich viel Minuten und Sekunden zurück, sondern bald mehr, bald weniger. Dadurch aber geht sie gegen den Stand der Sonne bald vor, bald bleibt sie zurück. Da der Grund dieses ungleichen Ganges nicht in den Uhren liegen kann, so geht daraus hervor, daß die Sonnentage während eines Jahres nicht von gleicher Länge sind. Die Hauptursache dieser Ungleichheit der Sonnentage findet man in der ungleichen Geschwindigkeit der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne. Denn die Erde geht, wie wir aus 3. in §. 14 wissen, in ihrer elliptischen Bahn in der Sonnennähe schneller, in der Sonnenferne langsamer. Je schneller sich aber die Erde in ihrer Bahn fortbewegt, desto länger ist die Zeit zwischen zwei Mittagen, und je langsamer die Erde in ihrer Bahn weiterrückt, desto kürzer ist die Zeit zwischen zwei Mittagen. Stünde die Sonne im Mittelpunkte der Erdbahn und wäre die Erdbahn ein Kreis, so würde die Bewegung der Erde in allen Theilen ihrer Bahn gleichförmig sein, und die Sonnentage wären völlig gleich.

Ein anderer Grund liegt in der schiefen Lage, welche die Erdbahn gegen den Aequator der Erde hat. Indem sich die Erde in dieser Bahn weiter bewegt, so erscheint die Bewegung der Sonne in der Ekliptik in Beziehung auf den Aequator, auf welchem die Zeit gemessen wird, ungleichförmig. Dieselbe ist in den Aequinoktialpunkten am schnellsten, nimmt nach den Solstitialpunkten ab und wird in diesen Punkten selbst gleich Null. Hätte die Erdbahn gleiche Lage mit dem Aequator, so würde die Geschwindigkeit der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne in allen Theilen ihrer Bahn gleich sein und die Sonnentage wären gleich lang.

Die Zeit, welche von einem Durchgang der Sonne durch den Meridian bis zum andern ver-

fließt, ist ein wahrer Sonnentag, und der Augenblick, wo man die Sonne durch den Meridian seines Ortes gehen sieht, ist der wahre Mittag. Beide können nur durch Beobachtung der Sonne gefunden werden. Unsere Sonnenuhren zeigen alle die wahre Sonnenzeit an, und die Mittagslinie bestimmt den wahren Mittag. Da nun die wahren Sonnentage während eines Jahres bald kürzer, bald länger werden, so folgt daraus, daß unsere Räderuhren nicht zu allen Zeiten des Jahres übereinstimmend gehen mit den Sonnenuhren; vielmehr werden sie die eine Zeit des Jahres gegen diese vorgehen, die andere Zeit zurückbleiben. Jedoch beträgt der Unterschied nie mehr als 16 Minuten. Um dieser Ungleichheit abzuhelfen, haben die Sternkundigen aus den längsten und kürzesten Sonnentagen einen mittlern, jährlichen Durchschnitt berechnet, und nennen diese Zeitlänge die mittlere Sonnenzeit. Diese ist es nun, nach welcher die Dauer eines bürgerlichen Tages und seiner Theile bestimmt wird. Den Unterschied zwischen der beobachteten wahren und der berechneten mittlern Sonnenzeit nennen die Sternkundigen die Zeitgleichung. Nachstehende Tabelle gibt die Zeitgleichung in Minuten an. Mit Hilfe einer Sonnenuhr, oder einer Mittagslinie und dieser Tabelle kann man daher die Räderuhren nach der mittlern Zeit richten.

| Wenn die Sonnenuhr 12 Uhr zeigt | sollen die Räderuhren zeigen | Wenn die Sonnenuhr 12 Uhr zeigt | sollen die Räderuhren zeigen |
|---|---|---|---|
| Jan., am 1 | 12U. 4 M. | April, am 18 | 11U.59 M. |
| „ 3 | 12— 5 — | „ 25 | 11—58 — |
| „ 6 | 12— 6 — | Mai, am 1 | 11—57 — |
| „ 9 | 12— 7 — | „ 16 | 11—56 — |
| „ 11 | 12— 8 — | „ 25 | 11—57 — |
| „ 14 | 12— 9 — | Juni, am 5 | 11—58 — |
| „ 16 | 12—10 — | „ 10 | 12—59 — |
| „ 18 | 12—11 — | „ 15 | 12— 0 — |
| „ 21 | 12—11½ | „ 20 | 12— 1 — |
| „ 25 | 12—13 — | „ 25 | 12— 2 — |
| „ 30 | 12—14 — | „ 30 | 12— 3 — |
| Febr., am 1 | 12—14½ | Juli, am 5 | 12— 4 — |
| „ 5 | 12—15 — | „ 10 | 12— 5 — |
| „ 10 | 12—14½ | „ 15 | 12— 5½ |
| „ 15 | 12—14 — | „ 20 | 12— 6 — |
| „ 20 | 12—14 — | Aug., am 10 | 12— 5 — |
| „ 25 | 12—13 — | „ 15 | 12— 4 — |
| März, am 2 | 12—12 — | „ 20 | 11— 3 — |
| „ 7 | 12—11 — | „ 25 | 12— 2 — |
| „ 12 | 12—10 — | „ 28 | 12— 1 — |
| „ 15 | 12— 9 — | „ 31 | 11— 0 — |
| „ 18 | 12— 8 — | Sept., am 4 | 11—59 — |
| „ 21 | 12— 7 — | „ 7 | 11—58 — |
| „ 25 | 12— 6 — | „ 9 | 11—57 — |
| „ 27 | 12— 5 — | „ 13 | 11—56 — |
| April, am 1 | 12— 4 — | „ 16 | 11—55 — |
| „ 3 | 12— 3 — | „ 19 | 11—54 — |
| „ 7 | 12— 2 — | „ 21 | 11—53 — |
| „ 11 | 12— 1 — | „ 24 | 11—52 — |
| „ 14 | 12— 0 — | „ 27 | 11—51 — |

| Wenn die Sonnenuhr 12 Uhr zeigt | sollen die Räderuhren zeigen | Wenn die Sonnenuhr 12 Uhr zeigt | sollen die Räderuhren zeigen |
|---|---|---|---|
| Okt., am 1 | 11 U. 50 M. | Dez., am 5 | 11 U. 51 M. |
| = 4 | 11—49 — | = 7 | 11—52 — |
| = 7 | 11—48 — | = 10 | 11—53 — |
| = 11 | 11—47 — | = 12 | 11—54 — |
| = 14 | 11—46 — | = 14 | 11—55 — |
| = 19 | 11—45 — | = 16 | 11—56 — |
| = 25 | 11—44 — | = 18 | 11—57 — |
| Nov., am 16 | 11—45 — | = 20 | 11—58 — |
| = 20 | 11—46 — | = 22 | 11—59 — |
| = 24 | 11—47 — | = 24 | 12— 0 — |
| = 27 | 11—48 — | = 26 | 12— 1 — |
| = 30 | 11—49 — | = 28 | 12— 2 — |
| Dez., am 3 | 11—50 — | = 30 | 12— 3 — |

c) Die Zeit, in welcher die Erde ihren Umlauf um die Sonne vollendet, heißt ein Jahr. Während dieser Zeit bewegt sich die Sonne scheinbar in der Ekliptik durch den ganzen Thierkreis. Indeß ist diese Bewegung etwas verschieden. Die Zeit, welche verfließt, während die Sonne vom Frühlingspunkte aus sich durch den ganzen Thierkreis bis wieder zu diesem Punkte zurück bewegt, heißt das tropische oder auch das astronomische Sonnenjahr; es beträgt 365 Tage, 5 Stunden, 48 Min. und 51 Sek. Der Zeitraum aber, in welchem die Sonne auf ihrer scheinbaren, jährlichen Bewegung von einem bestimmten Fixsterne ausgeht und wieder zu demselben zurückkehrt, also 360° am Himmel beschreibt, heißt das siderische Jahr. Dasselbe ist um 20 Min. und 20 Sek. länger als das tropische, beträgt

daher 365 Tage, 6 Stunden, 9 Min. und 11 Sek. Der Grund dieses Zeitunterschiedes liegt in dem Vorrücken der Nachtgleichen. So nennt man die Bewegung der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, oder die Bewegung des Frühlings- und Herbstpunktes von Ost gegen West. Die Größe dieser Bewegung ist jährlich nahe 50 Sek. eines Grades, und beträgt in einem Jahrhundert etwas über 1 ⅓ Grad. Wegen dieser westwärts gehenden Bewegung der Nachtgleichen beschreibt die Sonne vom Frühlingsanfange eines Jahres bis zum Frühlingsanfange des zweiten Jahres keinen vollen Kreis, sondern 50 Sek. weniger, wodurch der Zeitunterschied des tropischen und siderischen Jahres entsteht.

Durch Beobachtung des nördlichen Himmelspoles hat man wahrgenommen, daß der Nordpol der Erdachse nicht immer dem nämlichen Sterne zugewendet bleibt, sondern sich so bewegt, daß er jährlich 50 Sek. von Ost gegen West in einem Kreise zurücklegt, dessen Mittelpunkt der Nordpol der Ekliptik ist. Daraus schloß man, daß die Erdachse mit ihrem Aequator sich um die Achse der Ekliptik von Ost gegen West bewege, und dadurch das Vorrücken der Nachtgleichen verursache. In ungefähr 25,800 Jahren vollenden die Pole des Aequators ihre Kreise um die Pole der Ekliptik; und mit ihnen vollenden die Nachtgleichenpunkte ihre Bewegung von Ost gegen West durch den ganzen Thierkreis. Man nennt diesen Zeitraum von 25,800 Jahren das große platonische Jahr.

Durch dieses Vorrücken der Nachtgleichen bewegen sich sämmtliche Sterne jährlich um 50 Sek. weiter östlich. Darum muß die Sonne zur Zeit des Frühlingsanfangs nach und nach in immer andern Sternbildern des Thierkreises erscheinen. Aus Be-

obachtungen weiß man, daß ungefähr ums Jahr 140 vor Christi Geburt die Sonne bei Frühlingsanfang in dem Sternbilde des Widders stand. Gegenwärtig aber steht sie um diese Zeit fast 30 Grad westlich im Sternbilde der Fische; damals fiel der Herbstpunkt in das Sternbild der Waage, jetzt fällt er fast 30 Grad westlicher in das Sternbild der Jungfrau. In Beziehung auf die Zeichen der Ekliptik aber sagt man noch immer, die Sonne stehe bei Frühlingsanfang im Zeichen des Widders, weil man die Eintheilung und Zeichen der Ekliptik nach dem frühern Stande des Thierkreises beibehielt.

Was hier von der Verschiedenheit und allmähligen Aenderung der Tage und Jahre gesagt ist, ist auch auf die übrigen Planeten unseres Sonnensystems nach Maßgabe ihrer Geschwindigkeiten, Tages- und Jahreslängen anwendbar.

## 5. Zusammenstellungen.

| | Umlaufszeit in Tagen | Entfernung von der Sonne in Millionen Meilen | | Mittlere Entfernung die der Erde = 1 | Entfernung von der Erde in Millionen Meilen | | Mittlere Geschwindigkeit während 1 Sek. in d. Meil. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | größte | kleinste | | größte | kleinste | |
| Merkur | 87,9693 | 9,75 | 7,41 | 0,38710 | 30 | 10 | 6,7 |
| Venus | 224,7008 | 15,20 | 15,00 | 0,72333 | 35 | 5 | 4,9 |
| Erde | 365,2564 | 21,23 | 20,53 | 1 | — | — | 4,7 |
| Mars | 686,9796 | 34,77 | 28,85 | 1,52369 | 54 | 7 | 3,4 |
| Vesta | 1327,6 | 53,70 | 44,93 | 2,3632 | 72 | 23 | 2,7 |
| Juno | 1593,8 | 69,94 | 41,57 | 2,6704 | 88 | 19 | 2,6 |
| Ceres | 1681,4 | 62,51 | 53,23 | 2,7672 | 81 | 31 | 2,5 |
| Pallas | 1682,5 | 71,94 | 43,65 | 2,7683 | 90 | 21 | 2,5 |
| Jupiter | 4332,5963 | 113,83 | 103,36 | 5,20116 | 130 | 79 | 1,7 |
| Saturn | 10758,9698 | 210,32 | 187,95 | 9,53781 | 223 | 161 | 1,3 |
| Uranus | 30688,7126 | 419,21 | 381,83 | 19,18318 | 424 | 348 | 1,0 |

| | Durchmesser. | | | Oberfläche | | Körperinhalt | | Stärke der Beleuchtung, wenn die d. Erde = 1 ist |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | in deutschen Meilen | d. Durchmesser der Erde = 1 | d. Durchmesser der Sonne = 1 | in Millionen □ Meilen | die Erdoberfläche = 1 | in Millionen Kub. Meil. | d. Körperinhalt der Erde = 1 | |
| Merkur | 600 | 0,34 | 0,003 | 1,07 | 0,12 | 104,5 | 0,04 | 7 |
| Venus | 1678 | 0,95 | 0,009 | 8,38 | 0,90 | 2280,0 | 0,85 | 2 |
| Erde | 1719 | 1,00 | 0,009 | 9,28 | 1,00 | 2660,0 | 1,00 | 1 |
| Mars | 1000 | 0,56 | 0,005 | 2,91 | 0,32 | 467,0 | 0,13 | 1/2 |
| Vesta | 59 | 0,03 | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,104 | 0,00004 | 1/9 |
| Juno | 308 | 0,18 | 0,003 | 0,29 | 0,03 | 14,56 | 0,005 | 1/9 |
| Ceres | 350 | 0,20 | 0,002 | 0,37 | 0,04 | 212,50 | 0,005 | 1/9 |
| Pallas | 452 | 0,26 | 0,002 | 0,61 | 0,07 | 44,60 | 0,017 | 1/9 |
| Jupiter | 19980 | 11,00 | 0,100 | 1124,24 | 121,12 | 3500000 | 1333,1 | 1/27 |
| Saturn | 16290 | 9,76 | 0,091 | 883,37 | 95,17 | 2590000 | 928,5 | 1/90 |
| Uranus | 7488 | 4,23 | 0,040 | 106,97 | 17,92 | 201000 | 75,3 | 1/360 |
| Sonne | 187800 | 109,25 | 1,000 | 111,000,00 | | | | |

## §. 15.
## Beschreibung der einzelnen Planeten.

1. Der Merkur ist unter allen Planeten der Sonne am nächsten und in mittlerer Entfernung nur 8 Mill. Meil. von derselben entfernt; von der Erde aber steht er in der kleinsten Entfernung 10, in der größten 30 Millionen Meilen ab. Seine Oberfläche ist nicht ganz $^1/_{10}$ und sein Körperinhalt nur $^4/_{100}$ von der Größe der Erde. Setzt man die mittlere Dichtigkeit der Erde 5 mal größer als die des reinen Wassers, so beträgt die des Merkurs nahe 20 mal mehr als die des Wassers, also nahe so dicht als Gold. Der Merkur bewegt sich unter allen Planeten am schnellsten und vollendet seine Bahn um die Sonne in 88 unserer Tage. Ein Jahr beträgt also auf dem Merkur 88 unserer Tage, und ein Tag ist auf demselben nahe so lang als der unsrige, da der Merkur sich in beinahe 24 Stunden um seine Achse dreht. Die Schiefe der Merkursbahn beträgt 20°. Daher wechseln die Jahreszeiten regelmäßig miteinander ab; allein jede derselben dauert nur 22 Tage. Wegen der großen Nähe der Sonne ist die Beleuchtung Merkurs oder die Helligkeit seiner Tage beinahe siebenmal größer, als bei uns; und ebenso auch die Wärme. Die Hitze muß daher in seinen Sommertagen außerordentlich groß sein. Durch gute Fernröhren hat man auf dem Merkur Berge entdeckt, welche mehr als noch einmal so hoch sind, als die auf unserer Erde. Desgleichen entdeckte man Wolken auf demselben, woraus folgt, daß er auch eine Atmosphäre haben müsse. Durch Fernröhren nimmt man an dem Merkur einen ähnlichen Lichtwechsel wahr, wie an dem Monde. Dieses rührt daher, weil er der Sonne näher steht, als die Erde, und dieser seine erleuchtete Hälfte

bald ganz, bald zum Theil, bald gar nicht zugewendet. Der Merkur erscheint am Himmel mit einem hellweißen und starken Lichte. Da er aber sich nicht über 28° von der Sonne entfernt, so ist er, wenn er der Sonne westlich steht, nur des Morgens kurz vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel, und wenn er ihr östlich steht, Abends bald nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel einige Zeit sichtbar, wo man ihn aber immer im Dämmerlichte der Sonne und nahe am Horizonte suchen muß. Da er der Sonne näher ist als die Erde und die Erdbahn durchschneidet, so ereignet es sich zuweilen, daß er wie ein kleiner, runder, schwarzer Flecken vor der Sonnenscheibe vorübergeht. Man nennt dies einen Durchgang des Planeten durch die Sonne.

2. Die Venus, welche wir alle unter den Namen Morgen- und Abendstern (Hesperus), kennen, ist unter allen Planeten der hellste und schönste, und kömmt der Erde am nächsten, indem sie sich ihr bis auf 5 Mill. Meilen nähert. Man erkennt sie leicht an ihrem blendendweißen und starken Lichte, wodurch sie unter günstigen Umständen sogar bei Tage sichtbar ist. Aber sie erscheint uns wegen der ungleichen Entfernung von uns nicht immer gleich groß. Auch zeigt sie ein abnehmendes und zunehmendes Licht, wie der Mond. Ihr größter Abstand von der Sonne ist 48°, östlich oder westlich. Im ersten Fall erscheint sie uns nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel als Abendstern, im andern Falle vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel als Morgenstern. Sie verursacht dann zuweilen eine solche Helligkeit, daß die Gegenstände auf der Erde einen Schatten werfen. Die Venus ist der zweite Stern von der Sonne weg und im Mittel 15 Mill. Meilen von ihr entfernt. Ihre Oberfläche beträgt $^{9}/_{10}$ der Erdoberfläche, und ihr körper-

licher Inhalt $^8/_{10}$ des körperlichen Inhalts der Erde. Ihre Dichtigkeit ist nur um Weniges größer als die der Erde. Sie vollendet ihre Bahn um die Sonne in nahe 225 unserer Tage, und bewegt sich in 23 Stunden 21 Minuten um ihre Achse. Die schiefe Lage der Venusbahn gegen den Aequator derselben, beträgt 72°, wodurch die Jahreszeiten von den unsrigen sehr verschieden sein müssen. Die Venus hat ein 2mal stärkeres Licht als die Erde, und die Sonne erscheint ihren Bewohnern 4mal größer als uns. Die Sternkundigen haben nicht nur eine Morgen- und Abenddämmerung auf der Venus beobachtet, sondern auch Wolken wahrgenommen. Aus beiden schlossen sie auf eine Atmosphäre, welche der unsrigen ganz ähnlich sein muß. Ebenso entdeckten sie Berge auf derselben und maßen sogar ihre Höhe aus. Einige dieser Berge fanden sie 6 deutsche Meilen hoch. Da die Venus näher bei der Sonne ist als unsere Erde, so ereignet es sich zuweilen, daß sie vor der Sonnenscheibe vorübergeht. Diese Durchgänge der Venus sind von besonderer Wichtigkeit, weil sie das beste und sicherste Mittel sind, die Entfernung der Sonne von der Erde zu bestimmen.

3. Die Erde, unser Wohnplatz, ist der dritte Planet von der Sonne weg. Ueber denselben ist bereits im I. Kapitel das Nöthige gesagt worden.

4. Der Mars als der vierte Planet von der Sonne weg, ist der erste der obern Planeten. Er steht in seiner mittlern Entfernung nahe 32 Mill. Meilen von der Sonne ab; von der Erde aber ist er in seiner größten Nähe noch 7 Millionen Meilen entfernt. Seine Oberfläche ist $^3/_{10}$ der Erdoberfläche, und sein Körperinhalt ist $^1/_5$ des Körperinhaltes der Erde. Seine Dichtigkeit beträgt etwa $^7/_{10}$ der mittlern Dichtigkeit der Erde. Die Umlaufszeit dieses Planeten um die Sonne beträgt nahe

687 Tage und die Bewegung um seine Achse 24 Stunden 40 Minuten. Die Neigung seiner Bahn beträgt 28° 42′ ist also nicht sehr von der Schiefe unserer Ekliptik verschieden; daher auch die Abwechselung der Jahreszeiten auf dem Mars mit den unsrigen noch übereinstimmt. Aber die Beleuchtung, welche Mars von der Sonne erhält, ist nur die Hälfte von jener der Erde. Wegen der ungleichen Entfernung ist seine scheinbare Größe sehr verschieden; einmal größer und schöner, das anderemal klein und unscheinbar. Man erkennt ihn leicht an seiner trübrothen Farbe (oder an seinem kupferfarbenen Lichte). Mit guten Fernröhren haben die Sternkundigen mehrere Flecken auf ihm entdeckt und eine Atmosphäre wahrgenommen. Selbst die Abplattung dieses Planeten an seinen Polen haben sie wahrgenommen und ihre Größe bestimmt.

5. Die vier neuentdeckten Planeten. Lange Zeit hielt man den Jupiter für den nächsten Planeten nach dem Mars. Indeß fand man in der Entfernung der bekannten Planeten ein so bestimmtes Verhältniß, und zwischen Mars und Jupiter eine so auffallend große Lücke, daß mehrere Sternkundigen behaupteten, zwischen diesen beiden Planeten müsse noch ein bisher unbekannter Planet stehen. Bezeichnet man die mittlere Entfernung des Merkur von der Sonne mit 4, so erhält die Venus 7, die Erde 10, der Mars 16, Jupiter 52, Saturn 100 und Uranus 196. Diese Zahlen gehen nach einem bestimmten Gesetz, das man in folgender Art bemerkt: Merkur 4; Venus 4 und 3; Erde 4 und 2 × 3; Mars 4 und 4 × 3; Jupiter 4 und 16 × 3; Saturn 4 und 32 × 3; Uranus 4 und 64 × 3. In dieser Reihe fehlte zwischen Mars und Jupiter die Zahl 8 also 4 + 8 × 3. Allein im Anfange des 19ten Jahrhunderts entdeckte man da, wo ein

Planet zu fehlen schien, bald nacheinander 4 neue Planeten, und nannte sie Vesta, Juno, Pallas, Ceres. Die Ceres entdeckte Piazzi in Palermo am 1. Januar 1801; die Pallas Olbers in Bremen am 28. März 1802; die Juno Harding in Lilienthal am 1. Sept. 1804; die Vesta Olbers in Bremen am 29. März 1807. Herschel nannte sie Asteroiden. Da diese Planeten so klein sind, so sind sie nur selten mit dem bloßen Auge sichtbar; allein durch gute Fernröhren betrachtet, erscheinen sie oft in einem hellen, lebhaften Lichte. Ihre Umlaufszeiten sind alle fast von gleicher Größe, ebenso auch ihre mittleren Entfernungen; aber der Unterschied ihrer größten und kleinsten Abstände von der Sonne, sowie ihrer Entfernungen von der Erde ist sehr verschieden. Ihre Bahnen sind den Bahnen der Kometen ähnlich und haben eine ungewöhnlich große Neigung gegen die Erdbahn. Ihre Atmosphären sind sehr groß, und der dichten Nebelhülle der Kometen ähnlich. Da diese Weltkörper so klein sind, so behaupten einige Sternkundigen, daß sie nur Trümmer eines einzigen großen Planeten seien, der zu irgend einer Zeit in diese vier Stücke zersprungen sei.

6. Nach diesen vier kleinen Planeten kommt Jupiter, der größte aller Planeten, den man leicht an seinem hellgelben und starken Lichte erkennen kann. In seiner mittleren Entfernung ist er 108½ Mill. Meil. von der Sonne entfernt. Die Dichtigkeit dieses Planeten beträgt nur ⅕ von der der Erde. Seine Oberfläche ist 121mal, und sein Körperinhalt 1333 mal größer als bei der Erde. Ein Jahr auf ihm währt 12 unserer Jahre, aber ein Tag ist auf demselben nur 10 unserer Stunden lang. Durch diese große Schnelligkeit, mit welcher sich Jupiter um seine Achse dreht, hat eine sehr bedeu-

tende Abplattung an seinen beiden Polen statt. Dieselbe beträgt $^1/_{13}$ seines Durchmessers. Die Bahn, welche er um die Sonne durchläuft, bildet mit der Achse des Planeten nur den kleinen Winkel von 3°. Daraus folgt aber, daß der Wechsel der Jahreszeiten nur sehr wenige sei, oder daß der Sommer und der Winter nur sehr wenig von einander verschieden sein werden. Dagegen muß der Unterschied des Klimas um so größer sein, je weiter eine Gegend von dem Aequator entfernt ist. Die Sonne, welche sich nie über 3° vom Aequator entfernt, erscheint den Jupiterbewohnern im Durchmesser um 5mal und in der Fläche um 27mal kleiner als uns, daher auch die Beleuchtung von der Sonne auf dem Jupiter 27mal schwächer ist, als bei uns. Die Oberfläche Jupiters wird von einer Atmosphäre umgeben, die an Dichtigkeit unserm Wasser gleich kommt. Durch gute Fernröhren hat man verschiedene graue Streifen und dazwischen schwarze Flecken auf dem Jupiter bemerkt, welche man für Wolken in seiner Atmosphäre hält, und welche mit großer Schnelligkeit fortbewegt werden. Der Jupiter hat 4 Monde, die einen schönen Anblick gewähren müssen, wenn sie alle zu gleicher Zeit am Himmel stehen.

7. Der Saturn, welcher über 9mal weiter von der Sonne entfernt ist, als unsere Erde, nämlich in mittlerer Entfernung 200 Mill. Meilen, legt seinen ungeheuren Weg erst in 29$^1/_2$ unserer Jahre zurück. Seine Oberfläche ist 95mal, und sein Körperinhalt 928mal, größer, als bei der Erde; aber seine Dichtigkeit beträgt nur etwa $^1/_{10}$ von der Dichtigkeit der Erdmasse. Die Saturnusbahn bildet mit dem Aequator einen Winkel von 30°, woraus hervorgeht, daß die Jahreszeiten des Saturns, von welchen jede 7$^1/_2$ Erdjahre währet, viel stärker verschieden

sein müssen, als die der Erde. Auf dem Saturn haben die Sternkundigen ebenfalls verschiedene Streifen entdeckt, welche sie für, in seiner Atmosphäre schwimmende Wolken halten. Auch hat man an diesen Streifen häufig bedeutende Aenderungen bemerkt, und öfter dunkle Flecken wahrgenommen. Aus der Beobachtung einiger Flecken auf der Oberfläche des Saturns hat man die Zeit der Bewegung um seine Achse abgeleitet und dieselbe auf 10½ unserer Stunden befunden. Durch diese starke Achsendrehung findet bei ihm, so wie beim Jupiter eine bedeutende Abplattung an seinen Polen statt. Die Oberfläche der Sonne erscheint den Saturnbewohnern 90mal kleiner als uns; daher auch die Tageshelle auf demselben 90mal geringer ist, als auf unserer Erde. Der schönste Mittag auf diesem Planeten ist daher nur unserer tiefsten Dämmerung, unmittelbar vor dem Einbruche der Nacht, zu vergleichen. Dieser Planet hat sieben Monde, welche sich in ungleichen Entfernungen und in ungleichen Zeiten um ihn herum bewegen. Außerdem hat man noch einen doppelten Ring um den Saturn bemerkt, welcher etwa 4000 deutsche Meilen von ihm absteht. Dieser Ring, sagen die Sternkundigen, hat etwa 38,090 Meilen im Durchmesser, 6378 Meilen Breite und 119 Meilen Dicke. Er ist ein dunkler Körper, der sein Licht von der Sonne erhält und sich in 10½ Stunden um den Saturn bewegt. Vielleicht ist er eine kreisförmige Reihe aneinanderhängender Monde von ungleicher Größe.

8. Der Uranus, der äußerste Planet unseres Sonnensystems, wurde am 13. März 1781 von Herschel zu Both bei London entdeckt. Er steht in mittlerer Entfernung 400 Mill. Meilen von der Sonne und zur Zeit seiner Opposition 348 Mill. Meilen von der Erde ab, und erscheint als Stern

sechster Größe. Seine 2425 Million Meilen lange Bahn legt er in 84 unserer Jahre zurück, so daß ein Jahr auf ihm gleich ist 84 unserer Jahre. Die Schiefe seiner Bahn ist so groß, daß sie auf dem Aequator beinahe einen Winkel von 90° bildet. Wegen dieser Neigung seiner Bahn hat jeder Punkt seiner Oberfläche, selbst die beiden Pole, während des langen Jahres die Sonne zweimal im Zenithe, und die, einem Polen zunächst gelegenen Länder haben einen 42 Erdjahre langen Tag, und nachher eine eben so lange Nacht. Wegen der großen Entfernung von der Sonne erscheint diese auf demselben in der Oberfläche 360mal kleiner, daher auch die Beleuchtung 360mal schwächer ist, als auf unserer Erde. Die Oberfläche des Uranus ist 18mal größer als die Erdoberfläche, der Körperinhalt aber übertrifft den der Erde 76mal. Die Dichtigkeit beträgt etwa $^1/_5$ von der Dichtigkeit unserer Erde, und kommt der Dichtigkeit unseres Wassers fast gleich. Diesen Planeten umkreisen 6 Monde. Von der Achsendrehung, so wie von der Oberfläche und Atmosphäre dieses Planeten weiß man wegen seiner außerordentlichen Entfernung wenig zu sagen.

## §. 16.

## Die Kometen.

1. Nebst den 11 Planeten und ihren 18 Monden bewegt sich eine große Anzahl anderer Himmelskörper um unsere Sonne und gehört darum auch zu unserem Sonnensysteme. Man nennt sie **Kometen** d. i. Haar- oder Bartsterne, so genannt, von dem an ihnen bemerkten Lichtschweif. Dieselben sind gleichfalls planetenartige Körper, aber von eigner Art; weßhalb sie jedem bei ihrem Erscheinen leicht

in die Augen fallen. Vorzüglich bemerkt man an ihnen drei verschiedene Theile: den Kern, die Nebelhülle und den sogenannten Schweif. Der Kern ist im Verhältniß zur übrigen Masse des Kometen meist klein, rund und durch ein helleres Licht ausgezeichnet, obschon dieses Licht schwächer als das der Planeten ist. Indeß gibt es auch Kometen, ohne einen solchen Kern, und die daher eine bloße Dunstmasse zu sein scheinen. Von einigen Kometen haben die Sternkundigen den Durchmesser zu 5, von andern bis zu 550 Meilen beobachtet. Aus dem hellen Lichte des Kerns schließt man, daß derselbe dichter sei, als die übrige Masse des Kometen.

Die Nebelhülle scheint der eigentliche Theil der Kometen zu sein. Sie umgibt gewöhnlich den Kern in Gestalt einer Kugel, die auf der Seite des Schweifes verlängert und geöffnet ist, so das der Schweif als die Fortsetzung der Dunsthülle erscheint. Sie ist meist so locker und fein, daß sie nur mit unsern dünnen Nebeln verglichen werden kann, und daß man Sterne durch sie hindurch sieht. Oft hat ein Komet mehrere solcher hellen Hüllen, die durch dunklere Ringe von einander getrennt werden. Vielleicht sind sie durchsichtige Atmosphären des Kometen. Man hat öfter große Aenderungen in diesen Nebelhüllen bemerkt.

Der Schweif ist als eine Fortsetzung der Dunsthülle anzusehen, indem diese da, wo sie geöffnet erscheint, in den eigentlichen Schweif ausläuft. Dieser Schweif steht fast immer auf der von der Sonne abgewendeten Seite, und ist oft nach derjenigen Gegend hingebogen, welche der Komet in seinem Laufe so eben verlassen hat. Man hat schon Kometen beobachtet, welche 2, 3 und mehr Schweife hatten. Die meisten dieser Kometenschweife erscheinen in ihrer Mitte, der Länge nach, durch einen dunklern, brei-

ten Streifen getheilt. Vielleicht ist der Schweif ein hohler, mit einem schwachen Lichte versehener durchsichtiger, Dunstkegel, der uns, ähnlich einer Lichtflamme, an seinen Rändern heller erscheint, als in seiner Mitte. Diese Schweife der Kometen sind oft sehr lang, und verbreiten sich über einen großen Theil des Himmels. So soll der Schweif des Kometen von 1744 gleich 7 Mill. Meilen, von 1769 über 10 Mill. Meilen, von 1680 gegen 20 Mill. Meilen, und von 1811 über 32 Mill. Meilen lang gewesen sein. Bemerkenswerth ist immer, daß der Schweif sich dann erst bildet, wenn der Komet der Sonne näher kommt; mit der Annäherung des Kometen wächst, und mit dessen Entfernung wieder abnimmt. Es ist möglich, daß viele dieser Himmelskörper, welche in der Nähe der Sonne durch die Hitze derselben in eine feine Dunstmasse aufgelöst werden, in großen Entfernungen von ihr wieder zu kleinen festen Körpern verdichtet werden.

2. Die Zahl der Kometen mag sich auf viele Tausend belaufen, obgleich man erst gegen 500 zählt, die sich der Erde gezeigt haben sollen. Denn in den frühern Zeiten, wo man keine Fernröhren hatte, wurden nur diejenigen bemerkt, welche man mit freiem Auge sehen konnte. Allein es gibt auch sehr viele, die so klein und lichtschwach sind, daß man sie mit bloßem Auge gar nicht sehen konnte. Viele kamen nur bei Tag über den Horizont, konnten also aus dieser Ursache nicht gesehen werden; und viele andere mochten bei trüber Witterung erscheinen und mußten deßwegen ebenfalls unbemerkt bleiben. In neuerer Zeit, wo man gute Fernröhren besitzt, und besonders aufmerksam die Kometen beobachtete, hat man deren viele entdeckt; man hat in manchen Jahren oft 2, ja sogar 4 am Himmel gesehen. Obgleich die meisten Kometen so klein und

schwach beleuchtet erscheinen, daß man sie nur durch Fernröhren beobachten kann, so gibt es doch auch solche, welche durch ihre außerordentliche Größe sich auszeichnen. Die beiden größten in neuerer Zeit, waren die von den Jahren 1807 und 1811. Besonders merkwürdig war der letzte wegen seines starken Lichtes und seiner langen Sichtbarkeit. Aber auch in früherer Zeit wurden sehr große Kometen gesehen. Die merkwürdigsten waren folgende: der Komet von 371 v. Chr. Geb.; der von 43 v. Chr. Geb.; der von 60 nach Chr. Geb.; die Kometen von 1402; 1532; 1618; 1680; 1744; 1769 nach Chr. Geb.

3. Die Kometen bewegen sich gleich den Planeten um die Sonne. Aber nicht alle gehen von West gegen Ost, wie die Planeten; vielmehr bewegen sie sich nach allen Richtungen, und mehrere sogar in gerader Richtung von Ost gegen West. Ihre Bahnen, welche sie durchlaufen, sind sehr langgestreckte Ellipsen, auf deren einem Brennpunkte die Sonne steht. Da diese Bahnen außerordentlich weit über den Thierkreis hinausgehen, so kommen die Kometen der Sonne einmal sehr nahe und entfernen sich das anderemal außerordentlich weit von derselben. In der Sonnennähe bewegen sie sich am schnellsten, oft mit einer Geschwindigkeit von mehrern Million. Meilen in wenigen Tagen; in ihrer Sonnenferne aber gehen sie desto langsamer. Da sie zur Zeit ihrer Sonnennähe auch der Erde am nächsten sind, so können wir sie in dieser Zeit am besten sehen. Allein selten ist ihre Sichtbarkeit von langer Dauer. Da sie sich so ungemein schnell bewegen, so werden sie in der Regel nach kurzer Zeit unsichtbar.

Nur von 4 Kometen ist die Umlaufszeit genauer berechnet; von einigen ist sie muthmaßlich angegeben; von den meisten aber ist sie noch ganz unbekannt.

Bei manchen dauert sie nur wenige unserer Jahre; bei andern mögen Jahrtausende zu ihrem Umlaufe erforderlich sein. So geben die Sternkundigen für den Kometen von 1769 die Umlaufszeit auf 2089 Jahre, für den Kometen von 1680 auf 8800 Jahre an. Die 4 Kometen, deren Umlaufszeit bestimmt ist, haben ihre Namen von den Berechnern ihrer Bahnen erhalten; sie sind folgende:

a. Der Halley'sche Komet mit einer Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren. Derselbe bewegt sich in seiner Bahn von Ost gegen West; in seiner Sonnennähe steht er nur etwas über 10 Mill. Meilen von der Sonne ab, während er in seiner Sonnenferne nahe 840 Mill. Meilen von ihr entfernt ist. Er erschien am letztenmale im November 1835.

b. Der Komet von Olbers. Er wurde im März 1815 von Olbers entdeckt und seine Bahn berechnet, in welcher sein kleinster Abstand von der Sonne etwas über 24 Mill. Meil., sein größter Abstand aber nahe an 700 Mill. Meilen beträgt. Er bewegt sich von West gegen Ost, vollendet in 75 Jahren seine Bahn und wird 1887 wieder erscheinen.

c. Der Komet von Encke wurde am 26. Nov. 1818 von Pons in Marseille entdeckt, seine Bahn aber von Encke berechnet. Derselbe setzt seine Umlaufszeit auf 3 Jahre und 115 Tage. Das letztemal erschien er im August 1835, und wird bis 1838 gegen Ende Dezember wieder kommen. Seine größte Entfernung von der Sonne beträgt gegen 84 Mill. Meilen und seine geringste Entfernung gegen 7 Mill. Meilen.

d. Der Komet von Biela wurde am 28sten Februar 1826 von Biela einem östreichischen Offizier entdeckt, und zugleich die Umlaufszeit zu 6 Jahren und 270 Tagen bestimmt. Das letztemal ist er

uns im Jahr 1832 erschienen, und wird im Jahr 1838 Ende Oktober wieder kommen. Seine geringste Entfernung von der Sonne ist über 19 Mill. Meil., seine größte Entfernung aber beträgt über 128 Mill. Meilen.

4. Fragt man nun: was sind die Kometen, welche uns als matterleuchtete Nebelmassen am Himmel erscheinen? so sagen die Gelehrten: sie wissen es nicht. Doch meinen einige, die Kometen seien Weltkörper, welche in ihrer Entstehung begriffen seien, und die einmal eine festere Gestalt annehmen könnten. Sonst weiß man von ihnen nicht viel zu sagen. Gewiß ist, daß sie so gut ihre Bestimmung haben, wie unsere Erde.

Indeß werden unwissende und abergläubische Menschen durch das Erscheinen von Kometen oft in Furcht und Schrecken gesetzt, weil sie dieselben als Vorzeichen eines großen Unglückes, oder als die Verkündigung des Zornes Gottes ansehen. Diese Leute legen ihnen dadurch nicht nur die Kraft bei, auf die Witterung, die Temperatur, sowie auf die Krankheiten der Menschen zu wirken, sondern sie schreiben ihnen auch einen schädlichen Einfluß auf die Schicksale einzelner Menschen, sowie ganzer Völker zu. Allein diese Leute bedenken nicht, daß diesen leblosen Körpern, welche der gütige Schöpfer ebenso in ihren Bahnen leitet, wie er die Schicksale der Menschen lenkt, die Gabe der Weissagung, oder der Einfluß auf unsere Erde gänzlich fehlen muß. Denn „die Himmel erzählen die Ehre Gottes," aber verkündigen nicht Strafe und Unglück. Und: „daß ein Ländchen hier sein künftig Unglück sieht, schickt Gott nicht eine Welt, die dort am Himmel glüht." Uebrigens muß alle Furcht vor den Kometen weichen, wenn man weiß, daß ihr Lauf berechnet werden kann, und von mehreren Kometen schon vor-

ausgesagt ist. Selbst die Furcht muß verschwinden, daß ein Komet einmal mit der Erde zusammenstoßen könnte; denn für's erste wird ein solches Zusammenstoßen, erst nach vielen Jahrtausenden möglich werden; für's andere haben wir von demselben, wenn es je statt haben sollte, nichts zu fürchten, da die Kometen nicht feste Körper, sondern nur ganz feine, matterleuchtete Dünste sind, so daß wir ein Zusammentreffen mit einem Kometen vielleicht nicht einmal bemerken würden.

## §. 17.

## Die Sonne.

Nachdem wir nun die Planeten und Kometen betrachtet haben, so wenden wir uns zur Sonne, dem wichtigsten Sterne unseres Planetensystems. Derselben verdanken alle Planeten und Kometen Licht und Wärme, Leben und Wohlthaten ohne Zahl. Alle leitet sie sicher in ihren Bahnen und nährt sie mit Licht und Leben, wie eine Mutter ihre Kindlein. Sie steht auf dem, für alle Planeten- und Kometenbahnen gemeinschaftlichen Brennpunkte, und zwingt alle Himmelskörper ihres Systemes durch ihre außerordentliche und wunderbare Kraft, in den ihnen angewiesenen Bahnen sich zu bewegen. Diese Kraft liegt in ihrer Masse, welche über 355,000mal größer ist, als die Masse der Erde, so daß man aus ihr 355,000 Erden machen könnte; ja sie ist noch über 700mal größer, als die Masse aller übrigen Körper ihres Systemes zusammengenommen.

Aber auch an Größe kann kein Planet mit der Sonne verglichen werden. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt 188,000 d. Meilen, ihre Ober-

fläche 111,000 Mill. Quadratmeilen, und ihr Körperinhalt 3500 Billionen Kubikmeilen. Man könnte daher 1,300,000 solcher Kugeln aus ihr bilden, wie unsere Erde. Wenn sie eine hohle Kugel wäre, und die Erde sich in deren Mittelpunkt befände, so könnte der Mond, wenn er noch einmal so weit von der Erde entfernt wäre als er wirklich ist, sich ungehindert um dieselbe herumbewegen. Und diese ungeheure Sonne erscheint uns, von der Erde aus gesehen, nur wenig größer als der Mond, nämlich 0°,2669 oder 961 Sekunden im Halbmesser groß.

So wie die Sternkundigen die Größe der Sonne berechnet und ihre Masse bestimmt haben, so haben sie auch die Dichtigkeit der Sonne aus dem Körperinhalt und aus der Masse derselben berechnet, und diese nahe $\frac{1}{4}$ (0,27) von der Dichtigkeit der Erde gefunden. Ebenso haben sie auch den Fall der Körper auf der Sonne bestimmt, und denselben 29mal stärker als auf der Erde gefunden. Wenn daher auf der Erde ein Körper in der ersten Sekunde 15 Fuß fällt, so fällt er auf der Sonne 430 Fuß. Daraus folgt, daß der Druck eines Körpers auf seine Unterlage auf der Sonne 29mal stärker sei, als auf der Erde.

Das wichtigste Geschenk der Sonne für alle Planeten ist das Licht, welches sich in Stralen, oder in geraden Linien von ihr aus durch den Himmelsraum verbreitet. Die Feinheit dieses Lichtes ist außerordentlich; allein eben so erstaunenswürdig ist seine Geschwindigkeit; denn es legt in einer Sekunde 41,900 deutsche Meilen zurück, und braucht von der Sonne bis zur Erde nur 8 Minut. und 13,22 Sek. Diese Geschwindigkeit entdeckte im Jahre 1675 Römer, ein Däne, zuerst aus den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten. Römer beobachtete nämlich, daß die Monde Jupiters nicht immer nach gleicher Zeit

aus dem Schatten Jupiters hervortraten, sondern früher, wenn die Erde dem Jupiter näher war, und später, wenn sie von demselben weiter abstand.

Das Licht der Sonne verbreitet Helligkeit, und ist die Ursache des Sehens; ohne dasselbe würden alle Planeten von einer ewigen Nacht bedeckt sein. Aber es ist auch die Ursache der Farben in der Natur; denn jeder einzelne Lichtstral, der weiß erscheint, besteht aus 7 einfachen, gefärbten Stralen.

Eine zweite, höchst wichtige Wohlthat der Sonne ist die Wärme, welche sie auf der Erde hervorbringt. Ohne diese Wärme wäre unser Dasein nicht möglich; Thiere und Pflanzen würden sterben, und alles Flüssige erstarren, die ganze Schöpfung wäre ein undurchdringliches Grab. Erfahrungen zufolge sind die Lichtstralen der Sonne kalt; aber sie besitzen die Eigenschaft, die Wärme in unserer Erdatmosphäre und in andern Körpern frei, d. h. fühlbar zu machen. Daher leuchten und wärmen die Sonnenstralen. Auf ähnliche Art entbinden sie auch auf den übrigen Planeten die Wärme, und bringen auf ihnen Leben und Gedeihen hervor.

Was ist nun die Sonne, welche so unzählige Wohlthaten spendet? Wie geht es zu, daß ihr Licht nicht abnimmt, und sich die Kraft, Wärme zu erzeugen nicht vermindert? Woher kommen die dunklen, oft viele Tausend Quadratmeilen großen Flecken? und was sind die helleren, leuchtenden Stellen, welche man öfter auf der Sonne wahrnimmt? Die Meinungen der Sternkundigen sind darüber verschieden. Der berühmte Sternkundige und Naturforscher Herschel sagt so: die Sonne ist an sich ein dunkler Himmelskörper, mit Bergen und Thälern auf seiner Oberfläche; sie ist von einer sehr großen leuchtenden Atmosphäre (Photosphäre) umgeben, in der beständig leuchtende Wolken schwimmen. In dieser Sonnen-

atmosphäre entwickelt sich Lichtstoff in großer Menge. Allein diese Lichtatmosphäre der Sonne hat nicht immer einerlei Dichtigkeit; vielmehr zeigen sich bei Beobachtungen in ihr immerwährend heftige Bewegungen; sie zieht sich an einzelnen Stellen oft zurück und verdünnt sich so sehr, daß wir den dunkeln Sonnenkörper wahrnehmen; wir nennen diese dunkeln Stellen Sonnenflecken. Wenn sich aber die Lichtatmosphäre an andern Stellen verdichtet, so entstehen hellere Flecken, welche wir Sonnenfackeln nennen. Aber auch da, wo keine Flecken und Sonnenfackeln bemerkt werden, erscheint die Sonne wie mit kleinen Schuppen und Punkten bedeckt. Es wäre daher wohl möglich, daß die Sonne ein bewohnbarer Körper sei, der, von mildem Lichte umflossen, sich eines ewigen Frühlings erfreuet, und Wesen aller Art zu Bewohnern habe.

Ob das Erscheinen vieler und großer Sonnenflecken auf unsere Witterung Einfluß habe, ist aus Mangel an genauern Erfahrungen noch nicht ausgemacht, obgleich es von Vielen geglaubt wird. Indeß dienten diese Flecken dazu, die Bewegung der Sonne um ihre Achse zu bestimmen. Indem man diese Flecken beobachtete, fand man, daß sie sich regelmäßig von Ost gegen West über die Sonne bewegten, das heißt, am linken oder östlichen Rande der Sonne sichtbar wurden, sich über die Sonnenscheibe wegbewegten und am rechten oder westlichen Rande verschwanden. Man leitete daraus die Achsendrehung der Sonne von West gegen Ost ab. Diese Bewegung geschieht in 25 Tagen und beinahe 3 Stunden.

## §. 18.

## Die Fixsterne.

1. Wenden wir nun unsern Blick von der Sonne, die mit ihren Planeten und Kometen gleichsam eine Familie bildet, welche einen Theil des weiten Himmelsraumes bewohnt, hinauf zu den übrigen Sternen. Betrachten wir sie in einer heitern Nacht, wie sie aus so weiter Ferne zu uns herabblicken, gleichsam als wollten sie uns anreden; vernehmen wir, was auch sie von der Allmacht und Weisheit des Schöpfers uns lehren. Beim bloßen Anblick schon bemerken wir eine große Verschiedenheit unter den Sternen in Ansehung ihrer Größe und Lichtstärke. Einige sind so hell und erscheinen uns so groß, daß wir sie gleich nach Sonnenuntergang erblicken, während andere, kleinere und schwächere erst später sichtbar werden, wenn die Nacht schon mehr vorgerückt ist; und noch andere sind so klein und schwachleuchtend, daß man sie selbst unter den günstigsten Umständen nur durch Fernröhren sehen kann. Damit man aber die Sterne besser übersehen könne, so werden sie von den Sternkundigen nach ihrer scheinbaren Größe und Lichtstärke in Klassen eingetheilt. Die Zahl der dem bloßen Auge noch sichtbaren Sterne beträgt nahe an 5000. Dieselben werden in 6 Klassen eingetheilt; man nennt sie Sterne erster, zweiter, dritter, bis sechster Größe. Nach dieser Eintheilung haben die Sterne erster Größe das stärkste, und die Sterne sechster Größe das schwächste Licht. Die Zahl der Sterne erster Klasse ist 14; die der zweiten 70; und die der dritten an 500. Mit der vierten Klasse aber nimmt die Anzahl der in jeder Klasse enthaltenen Sterne sehr schnell zu.

Damit nun die Sternkundigen die große Anzahl der Sterne besser ordnen und übersehen können, so haben sie einzelnen, merkwürdigen Sternen eigene Namen gegeben, oder sie haben den Sternen, welche zusammen ein gewisses Bild vorstellen, den Namen des Bildes gegeben, und nennen das Bild ein Sternbild. Ein solches Sternbild enthält 20 bis 100 Sterne. Dergleichen Sternbilder hat man jetzt 110, welche man in die nördlichen und südlichen eintheilt. Die wichtigsten davon sind die 12 Sternbilder des Thierkreises oder die 12 himmlischen Zeichen. Sie heißen: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Andere Sternbilder sind z. B. der große Bär, der kleine Bär, der Schwan, der Geier, die Krone, der Fuhrmann, der Orion, der Walfisch, das Kreuz, die Schlange, der Adler, ꝛc.

Allein die mit freiem Auge sichtbaren Sterne sind noch nicht alle Sterne des Himmels. Es gibt noch viel mehr Sterne, die wir nicht sehen, als die wir sehen. Wenn man durch ein gutes Fernrohr zwischen zwei oder drei Sternen, wo dem unbewaffneten Auge alles öde und leer scheint, hineinschaut, so erblickt man eine Menge neuer Sterne, die an Glanz und Stärke des Lichtes sehr verschieden sind. Man theilt auch diese Sterne nach der Stärke ihres Lichtes in Klassen, so daß man 16 Klassen der Sterne unterscheidet, also Sterne erster bis sechszehnter Größe hat. In den Sternverzeichnissen der Sternkundigen sind allein gegen 70,000 einzelne Sterne von der ersten bis zur neunten oder zehnten Größe verzeichnet. Noch viel größer aber ist die Zahl der Sterne bis zur sechszehnten Größe.

Aber auch das sind noch nicht alle Sterne des Himmels, so groß auch schon ihre Anzahl sein mag.

zählte ja der ältere Herschel mehr als 1000 Sterne, die er auf einmal durch sein Fernrohr erblickte, eine Zahl, nach welcher das ganze Himmelsgewölbe mehrere 100 Millionen Sterne enthalten müßte. Indeß ist die Menge der beisammenstehenden Sterne nicht in allen Gegenden des Himmels gleich groß. In manchen Gegenden, z. B. in der sogenannten Gluckhenne im Sternbilde des Stieres, in der Krippe im Sternbilde des Krebses, im Sternbilde Orion 2c. stehen die Sterne dicht gedrängt hinter einander, während man in andern Gegenden nur wenige und weit aus einander stehende Sterne findet, so daß diese Gegenden auffallend leer von Sternen erscheinen, z. B. das Sternbild des Luchses, im Skorpion 2c. Ebenso auffallend sind aber auch wieder die Sterne, welche paarweise und in sehr geringer Entfernung von einander erscheinen. Man nennt sie Doppelsterne, und kennt ihrer schon gegen 6000. Manche Sternkundigen vermuthen, daß es eigene Systeme von Sonnen seien, in welchen sich mehrere Wandelsonnen um eine große Centralsonne bewegen.

Wir kennen alle die Milchstraße, die wie ein lichter Nebelstreif von ungleicher Breite den ganzen Himmel in der Gestalt eines größten Kreises umzieht. Betrachten wir sie mit bloßem Auge, so erblicken wir eben nichts weiter, als einen grauen Nebelstreifen, den eine schwache Helle durchschimmert. Sieht man aber durch ein gutes Fernrohr, so lös't sich dieser Nebel gleichsam in lauter Sterne auf; man erblickt Stern an Stern, und das Zählen läßt man auch bleiben. Der ältere Herschel schätzte die Sterne, welche ihm in der Nähe der Milchstraße während 41 Minuten durch sein Fernrohr gingen, auf 258,000. Durch solche Beobachtungen aber ist außer allem Zweifel, daß der Lichtnebel der Milch-

straße von einer Menge von Sternen herrühre, die in unermeßlicher Entfernung hinter einanderstehen, und deren Licht wegen der außerordentlichen Entfernung gleichsam in einen Lichtnebel zusammenfließt.

Außer der Milchstraße gibt es noch eine große Anzahl von lichten Nebelwolken, die man theils schon mit bloßem Auge, theils und noch mehr durch gute Fernröhren entdeckt. Der ältere Herschel hat bereits über 3000 solcher Himmelswolken entdeckt, und es gelang ihm mit Hilfe seiner vortrefflichen Fernröhren viele derselben als eine große Menge sehr kleiner und außerordentlich dichtgedrängter Sternchen zu erkennen, zum Beweise, daß sie, wie unsere Milchstraße aus einer zahllosen Menge Sternen bestehen. Allein viele dieser Himmelswolken erscheinen durch die besten Fernröhren immer nur als leichte Nebel und Wolken, vermuthlich, weil sie noch ungleich weiter von uns entfernt sind. Besonders sind manche Gegenden des Himmels an diesen Nebelmassen sehr reich. Die meisten derselben bilden zusammen einen Streifen, welcher, wie die Milchstraße über den ganzen Himmel hinzieht, und die eigentliche Milchstraße unter einen rechten Winkel durchschneidet. Vielleicht sind die sogenannten Nebelflecken oder nebeligen Sterngruppen wieder neue Milchstraßen mit unzähligen Sternen. — Die Sternkundigen glauben es. Ja es ist glaublich, daß wenn ein Sternkundiger auf den letzten Stern, den er von hier aus sieht, sich hinaufschwingen könnte, er noch nicht am Ende sein würde, sondern daß er wieder einen neuen Himmel voll Sternen und Milchstraßen erblicken würde; und so in's Unendliche hinaus. Indeß behaupten die Sternkundigen aus gemachten Beobachtungen, daß viele dieser Nebelflecken noch nicht wirkliche Sterne seien, sondern Welten d. h. Sonnen mit ihren Planeten, welche erst in ihrer Bil-

dung begriffen seien. Doch wer vermag die Zahl aller dieser Welten zu denken, und den Raum zu umfassen, der sie einschließt! Staunend sinkt hier der Mensch nieder und ruft aus mit dem Propheten: „Hebet eure Augen in die Höhe, und sehet! wer hat solche Dinge geschaffen und führet ihr Heer bei der Zahl heraus? Sein Vermögen und starke Kraft ist groß!“ Und hoffend spricht er mit dem Dichter: „Hier ist nur des Daseins Knospe, ein mit Nacht umwölktes Licht, nur der Vorhof, nur die Dämmrung, die den schönsten Tag verspricht.“ Aber mit hoher Zuversicht gedenkt er der Worte des Heilandes, wenn dieser spricht: „In meines Vaters Hause sind viele Wohnungen! Wenn es nicht so wäre, so würde ich zu Euch sagen: ich gehe hin, euch die Stätte zu bereiten.“

2. Fragen wir nun noch, wie weit sind die Fixsterne, welche uns wie kleine Lichter am Himmel erscheinen, von uns entfernt, und wie groß sind sie? — Bei der Sonne und den Planeten, so weit sie auch von der Erde abstehen, so ist es den Sternkundigen dennoch gelungen, ihre Entfernung von der Erde und unter einander aus ihrer Parallaxe auszurechnen und ihre Größe zu bestimmen. Denn alle diese Sterne zeigen sich, wenn sie von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet werden, unter einem gewissen Winkel, der desto kleiner ist, je weiter sie von der Erde entfernt sind, oder je näher die Standpunkte beisammen sind. Eben so erscheinen die Sonne und die Planeten, durch das Fernrohr betrachtet, als Scheiben von verschiedener Größe des scheinbaren Durchmessers, je nachdem sie der Erde näher, oder weiter von derselben entfernt sind. Aus diesem scheinbaren Durchmesser und der Entfernung des Sternes läßt sich dessen wahrer Durchmesser finden. Die Fixsterne dagegen erschei-

nen, auch durch das beste Fernrohr betrachtet, zu allen Zeiten und an allen Orten auf der Erde, alle gleich groß, und nur als leuchtende Punkte von stärkerm oder schwächerm Lichte, ohne meßbaren Durchmesser. Eben so wunderbar verhält es sich mit ihrem scheinbaren Orte am Firmamente, und ihrer Entfernung. Beobachtet man die Fixsterne an den entferntesten Gegenden auf der Erde, so erscheinen sie genau an demselben Orte des Himmels. Beobachtet man sie in entgegengesetzten Jahreszeiten, z. B. am 21. Juni und am 21. Dezember, wo doch die beiden Standpunkte über 41 Millionen deutsche Meilen, oder um den größten Durchmesser der Erdbahn von einander entfernt sind, so findet man sie ebenfalls genau an derselben Stelle des Himmels, d. h. sie zeigen keine Parallaxe. Die größten Veränderungen des Standpunktes des Beobachters bewirken also keine scheinbare Veränderung des Ortes der Fixsterne am Himmel. Es ist daher kein Maß mehr vorhanden, durch welches die Entfernung der Fixsterne bestimmt werden könnte.

Würde ein Fixstern bei der Beobachtung zu entgegengesetzten Jahreszeiten auch nur um eine Sekunde eines Winkels seinen Ort scheinbar verändern, d. h. würde er eine jährliche Parallaxe von einer Sekunde zeigen, so könnten die Sternkundigen daraus seine Entfernung von der Erde, oder, was gleich viel ist, von der Sonne berechnen. Aber eine jährliche Parallaxe von einer Sekunde, den Halbmesser der Erdbahn zu 20,658,000 d. Meilen angenommen, gibt eine Entfernung von 4,,261,000,000,000 oder in runder Zahl von 4 Billionen Meilen. Da nun keine jährliche Parallaxe von 1 Sekunde beobachtet wird, so folgt daraus, daß der nächste Fixstern mehr als 4 Billionen Meilen von uns entfernt sein müsse. Der Kürze wegen nennen die Stern-

kundigen die Entfernung der Erde von der Sonne eine Erdweite, und die Entfernung des nächsten Fixsternes von der Sonne eine Sternweite und setzen dieselbe gleich 4 Billionen Meilen, oder gleich 200,000 Erdweiten.

Schon aus der verschiedenen Lichtstärke erkennt man, daß die Fixsterne in ungleichen Entfernungen von uns und unter einander abstehen. Die Sternkundigen nehmen an, daß die einzelnen Fixsterne alle gleichweit von einander entfernt sind, und setzen diese Entfernung gleich einer Sternweite oder 4 Billionen Meilen. Nach dieser Annahme wären denn die Sterne erster, zweiter, dritter, vierter bis sechszehnter Größe auch 1 mal 4, 2 mal 4, 3 mal 4, 4 mal 4, bis 16 mal 4 Billionen Meilen von uns entfernt. Und welche Entfernung mögen diejenigen Fixsterne besitzen, welche auch durch das beste Fernrohr kaum bemerkbar sind! Wie groß, wie unendlich erscheint uns hier die Welt! Wo ist die Grenze dieser Welt, in welcher unsere Erde nicht mehr ist, als das Sonnenstäubchen, das in unserer Atmosphäre schwimmt! Und doch wirkt überall der Eine große und unendliche Geist, der alle diese Millionen Welten in's Dasein rief und die Lilie auf dem Felde kleidet mit der Farbe der Unschuld. — Voll heiliger Ehrfurcht sink ich nieder und bete:

Zwar fassen kann ihn nicht mein Geist,
Wie er sich auch bestrebt,
Ihn, den das Heer der Sterne preis't,
Vor dem die Erde bebt. —
Doch, wenn ihn nicht erreicht mein Flug,
Mein Geist ihn nicht vermißt;
So ist's dem Herzen schon genug,
Daß er mein Vater ist.

Da wir die Entfernung der Fixsterne nicht wissen können, so können wir auch ihre Größe nicht bestimmen. Indeß will der ältere Herschel den scheinbaren Durchmesser des schönen Sternes der Leier, Namens Wega, gleich $^1/_6$ Sekunde gefunden haben. Nimmt man seine Entfernung nur zu einer Sternweite, nämlich 4 Billionen an, so folgt daraus, daß sein wahrer Durchmesser 34 Durchmesser unserer Sonne groß wäre. Ohne Zweifel sind jene unzähligen Fixsterne an Größe unter einander verschieden; doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß viele derselben unsere Sonne an Größe weit übertreffen. Aber sie alle sind unserer Sonne darin ähnlich, daß sie, wie diese, mit ihrem eigenen Lichte leuchten; daß also alle jene Fixsterne ebenfalls leuchtende Sonnen sind. Haben wir aber Ursache zu glauben, daß die Fixsterne große, leuchtende Sonnen sind, so dürfen wir auch glauben, daß sich um sie auch dunkle Weltkörper bewegen, die von ihnen, wie die Planeten und Kometen unserer Sonne, Licht und Wärme erhalten, und daß diese von Wesen aller Art bewohnt seien. Aber der endliche Verstand des schwachen Menschen ist nicht im Stande die Allmacht des Schöpfers zu ergründen und die Wesenreihen zu denken, die er in's Dasein rief. Indeß freuen kann und soll er sich, daß er in dieser unendlichen Reihe von Wesen ein denkendes, empfindendes und wollendes Glied ist, bestimmt zu höherer Vollendung. Darum wollen wir mit freudiger Zuversicht mit einstimmen, wenn der Dichter mit frommer Begeisterung singt:

Mit heil'gem Schauer blick' ich, Herr,
Zu deines Himmels Höhen,
Wie Sonn' auf Sonne, Welt auf Welt
Von dir geordnet stehen.

Wie schön, wie herrlich leuchtet mir
Aus unermessner Ferne
Des Mondes sanfter Silberglanz,
Das milde Licht der Sterne!

Vom Staube wag ich's, hinzuschau'n,
Wo deine Sonnen glänzen;
Und forschend sucht mein Auge dort,
Herr, deines Reiches Grenzen.

Umsonst! den grenzenlosen Raum
Der fernsten Sonnenheere
Mißt kein Erschaffner; ihre Zahl
Gleicht der des Sand's am Meere.

Nur du, o Unermeßlicher,
Zählst ihre Millionen;
Du segnest hier, du segnest dort,
Wo frohe Leben wohnen.

Auch dort ist deines Reich's Gebiet
Erfüllt mit höhern Wesen;
Und sie, wie ich, sind, Herr, durch dich
Zur Ewigkeit erlesen.

Frei werd ich einst, mit ihnen, mich
Von Sonn' zu Sonne schwingen;
Mit ihnen, Weltenschöpfer, dir
Dank, Preis und Ehre singen!

# Inhalt.

Seite.

**Vorwort.** . . . . . . . . . . . 1

I. Kapitel. **Die Erde als Weltkörper** . . . . . . . . . . 1 — 52

§. 1. Die einfachsten astronomischen Wahrnehmungen . . . . . . 1

1. Der Himmel als hohle Halbkugel und die Erde als flache begrenzte Scheibe; der Gesichtskreis . . . . . . . 1
2. Der Tag und die tägliche Bewegung der Sonne . . . . . . . . . . 1
3. Das Jahr; der Sonnenaufgang während desselben; die Jahreszeiten . . 2
4. Der Schatten erhabener Gegenstände; die Mittagslinie; die Himmelsgegenden; der Meridian . . . . . 4
5. Wahrnehmungen am Himmel bei Nacht; Bewegung der Sterne; Polarstern; Himmelsachse und Himmelspole; Aequator; Polhöhe; Thierkreis . . 6
6. Jährliche Bewegung der Sonne von West gegen Ost; die Sonnenbahn; die Aequinoktial- und Solstitialpunkte; Wendekreise; Polarkreise . . . . 9

§. 2. Von der Gestalt der Erde . 11

1. Die Erde ist ein begrenzter, freischwebender Körper . . . . . . . . 11
2. Die Erde muß die Gestalt einer Kugel haben . . . . . . . . . 12
3. Die Kugelgestalt der Erde wird bestätigt: . . . . . . . . . . 13

Seite.
a. durch die Ansicht ferner Gegenstände; 13
b. durch Reisen von Nord nach Süd; 14
c. durch Reisen um die Erde; . . 14
d. durch den ungleichen Sonnenaufgang von Westen gegen Osten; . 15
e. durch die Beleuchtung der Berge bei Sonnenauf- und untergang; 15
f. durch die Mondsfinsternisse; . . 15
g. durch die Gestalt anderer Gestirne; 16

§. 3. Abbildung und Eintheilung der Erde . . . . . . . . . . . . 16
1. Der Globus, Landkarten, Seekarten 16
2. Erdachse und Pole; Aequator und Parallelkreise; Wendekreise; Polarkreise; der Meridian . . . . . . 17

§. 4. Ortsbestimmung nach Länge und Breite . . . . . . . . 20
1. Geographische Breite . . . . . . 20
2. Geographische Länge . . . . . . 21
3. Länge und Breite einiger Orte . 22

§. 5. Größe der Erde . . . . . . 23

§. 6. Tägliche Bewegung der Erde 25
1. Die scheinbare Bewegung des Himmels von Ost gegen West . . . . . . 25
2. Innere Wahrscheinlichkeit für die Achsendrehung der Erde: . . . . . . 26
a. aus der Geschwindigkeit der Bewegung; . . . . . . . . . . . 25
b. aus der Größe der Himmelskörper; 27
c. aus der Gleichförmigkeit der Bewegung; . . . . . . . . . . . 27
d. aus dem Mangel eines Mittelpunktes . . . . . . . . . . 28
3. Beweise für die Achsendrehung der Erde 28

Seite.

a. die Abplattung der Erde an ihren Polen; . . . . . . . . . . 29
b. verschiedene Wirkung der Schwere in verschiedenen Erdgegenden; . 30
c. der Fall der Körper von großen Höhen; . . . . . . . . . . 31
d. die beständigen Ostwinde; . . 32
e. die Bewegung anderer Himmelskörper . . . . . . . . . . 33
4. Einwürfe gegen die Achsendrehung der Erde . . . . . . . . . . 33
5. Beleuchtung der Erde und Unterschied der Tageszeiten in östliche und westliche Gegenden . . . . . . . . . 35
§. 7. Jährliche Bewegung der Erde 36
1. Sonnenbahn und scheinbarer Jahreslauf der Sonne . . . . . . . . 36
2. Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne . . . . . . . . . 39
3. Größe, Form, und Stellung der Erdbahn: Richtung der Erdachse . 41
4. Erklärung der Jahreszeiten und Tageslängen aus der jährlichen Bewegung der Erde . . . . . . . . 42
5. Die Lichtklimate . . . . . . . 45
6. Die Wärmeklimate . . . . . . 46
§. 8. Die Zonen und ihre Eigenthümlichkeiten . . . . . . . 47
1. Die heiße Zone . . . . . . . 47
2. Die beiden gemäßigten Zonen . . 49
3. Die beiden kalten Zonen . . . 50
4. Nebenwohner, Gegenwohner und Gegenfüßler . . . . . . . . . . 52
II. Kapitel. **Der Mond als Begleiter der Erde** . . . . 53 — 70

Seite.
§. 9. Lichtwechsel, Bewegung, Entfernung und Größe des Mondes 53
§. 10. Die Mond- und Sonnenfinsternisse . . . . . . . . . . . 60
§. 11. Ebbe und Fluth . . . . . . 63
§. 12. Eigenthümlichkeiten des Mondes . . . . . . . . . . . . . 66
III. Kapitel. **Das Weltgebäude** 71—118
§. 13. Die Sterne, Bestimmung ihrer Größe und Entfernung von der Erde . . . . . . . . . 71
§. 14. Die Planeten und Planetensysteme . . . . . . . . . . . 76
1. Die scheinbare Bewegung der Planeten 76
2. Die Planetensysteme . . . . . . 79
3. Die Planetenbahnen und Keppler's Gesetze . . . . . . . . . . . 80
4. Folgen der elliptischen Bewegung . 83
5. Zusammenstellungen . . . . . 91
§. 15. Beschreibung der einzelnen Planeten . . . . . . . . . . . 93
1. Merkur . . . . . . . . . . . 93
2. Venus . . . . . . . . . . . 94
3. Erde . . . . . . . . . . . 95
4. Mars . . . . . . . . . . . 95
5. Die 4 neuentdeckten Planeten . . 96
6. Jupiter . . . . . . . . . . . 97
7. Saturn . . . . . . . . . . . 98
8. Uranus . . . . . . . . . . . 99
§. 16. Die Kometen . . . . . . . 100
§. 17. Die Sonne . . . . . . . 106
§. 18. Die Fixsterne . . . . . . 110

# Verbesserungen.

Seite 17 Zeile 2 von unten ſetze vor Erde die.
„ 33 „ 12 „ „ leſe nun anſtatt nur.
„ 38 „ 17 „ oben „ Winterſonnenwende.
„ 51 „ 7 „ unten „ demſelben.
„ 82 „ 2 „ „ „ $83^2 = 6889$; die Kubikwurzel aus $6889 =$ anſtatt $83^2 = {}^3/_{6889}\ 6889 =$
Seite 98 Zeile 6 von oben leſe geringe anſtatt wenige.
„ 102 „ 3 „ „ ſtreiche hinter durchſichtiger den Beiſtrich.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Grünewald, Christian,

Kurze und leichtfaßliche mathematische Erdbeschreibung und Himmelskunde zunächst für Schulseminaristen und Schuldienstpräparanden

Kaiserslautern 1838

Astr.u. 68 h
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10137826-7